

**Compact Pipe**



**Projektavimo vadovas**  
**Taikymas slėginiams vamzdynams**

**Tinkamiausi sprendimai**

**slėginių vamzdynų projektams**

### Turinys

<b>1</b>	<b>Įvadas</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Bendrieji projektavimo klausimai</b>	<b>5</b>
2.1	Keturių pakopų principas	5
2.2	Esamo vamzdyno būklės tinkamumo tolesnei eksploatacijai įvertinimas	5
2.3	Reikalavimai, siejami su numatomomis eksploatacinėmis savybėmis	6
2.3.1	Hidrauliniai reikalavimai	6
2.3.2	Konstrukciniai reikalavimai	6
2.4	Siūlomų technologijų charakteristikos	8
2.4.1	Vidinio aptaisymo glaudžiai įkišant vamzdį technologija	8
2.5	Pasirinkimo schema	10
<b>3</b>	<b>Sistema Compact Pipe</b>	<b>11</b>
3.1	Sistemos charakteristikos	11
3.2	Vamzdžių medžiaga	11
3.3	Vamzdžių asortimentas ir charakteristikos	12
3.4	Panaudojimo sritis	13
3.5	Kokybės užtikrinimas	14
3.6	Compact Pipe vamzdžių montavimas	16
3.6.1	Montavimo įranga	16
3.6.2	Vamzdžių montavimas	17
3.7	Prijungimo būdai	18
3.7.1	Nepriklausomo aptaiso prijungimas	19
3.7.2	Sąveikaujančio aptaiso prijungimas	21
<b>4</b>	<b>Hidrauliniai apskaičiavimai</b>	<b>22</b>
4.1	Tekėjimo formulės	22
4.2	Tėkmės nomogramos	23
4.3	Compact Pipe sistemos efektas	24

<b>5</b>	<b>Konstrukcijų projektavimas</b>	<b>25</b>
5.1	Atsparumas vidinėms apkrovoms	25
5.1.1	Vidinis hidrostatinis slėgis	25
5.1.2	Skylių ir plyšių perdengimas	26
5.1.3	Hidraulinis smūgis / neigiamas slėgis	26
5.1.4	Šiluminė apkrova	27
5.1.5	Dilimas	28
5.2	Atsparumas išorinėms apkrovoms	28
5.2.1	Grunto ir transporto apkrova	28
5.2.2	Klūpdymas	28
5.2.3	Grunto poslinkiai	29
5.2.4	Sutelktosios apkrovos	29
<b>6</b>	<b>Parengiamieji darbai prieš montuojant</b>	<b>30</b>
6.1	Prieiga prie vamzdyno	30
6.2	Valymas ir patikrinimas	31
<b>7</b>	<b>Dažnai užduodami klausimai (DUK)</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Nuorodos</b>	<b>33</b>
8.1	Standartai, reikalavimai, reglamentai ir sistemų specifikacijos	33
8.2	Kitos publikacijos	34
<b>1 priedas</b>	<b>Informacinio pobūdžio konkurso dokumento forma</b>	<b>35</b>

### 1. Įvadas

Pasirenkant tinkamą atnaujinimo būdą, reikia išsiaiškinti, kurie iš vamzdynui taikomų eksploatacinių parametrų nebepatenkinami ir kas lemia pažeidimus.

Taigi išskiriami šie pagrindiniai projektavimo kriterijai:

- 1 Esamo vamzdyno būklė;
- 2 Technikos aspektai;
- 3 Hidraulikos aspektai;
- 4 Konstrukcijos aspektai.

Į visus nurodytus aspektus būtina atsižvelgti ir juos kruopščiai išnagrinėti dar prieš tai, kai atsiranda galimybė rinktis tinkamiausią atnaujinimo būdą. Aišku, kad reikia atsižvelgti ir į išlaidas.

Šiame dokumente tiksliai apibrėžiamos ir pateikiamos rekomendacijos dėl Compact Pipe sistemos naudojimo atnaujinant slėginius vamzdynus – vandentiekio ir dujotiekio tinklus, padidinto slėgio (naudojamus pramonėje) nuotakynus ir (arba) kylančiuosius stovus.

Bendrieji projektavimo klausimai, įskaitant rekomendacijas dėl tinkamos vamzdyno sistemos pasirinkimo, aptariami 2 skyriuje.

3 skyriuje pateikiama informacija apie Compact Pipe sistemą: charakteristikos, naudojimo sritis, kokybės užtikrinimas ir įrengimo

tvarka. Konkretūs projektavimo klausimai – hidrauliniai apskaičiavimai ir konstrukcijų projektavimas – aptariami 4 ir 5 skyriuose.

Ir pagaliau 6 skyriuje nurodyti būtinieji parengiamieji darbai.

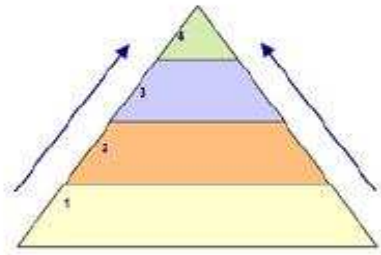
Atsakymai į keletą dažnai užduodamų klausimų pateikti 7 skyriuje.

Dėl papildomos informacijos ar kitokios pagalbos kreipkitės į Wavin.

## 2. Bendrieji projektavimo klausimai

### 2.1 Keturių pakopų principas

Ketinant atnaujinti vamzdyną, reikia atlikti šiuos keturis žingsnius (iš apačios į viršų):



1. Įvertinti esamo vamzdyno būklės tinkamumą tolesnei eksploatacijai.
2. Nustatyti reikalavimus naujam vamzdynui.
3. Susipažinti su siūlomų technologijų charakteristikomis
4. Pasirinkti pigiausią sprendimą.

Šios žingsnių sekos bus laikomasi ir tolesniuose šio skyriaus skirsniuose.

### 2.2 Esamo vamzdyno būklės tinkamumo tolesnei eksploatacijai įvertinimas

Reikia gauti tokios informacijos:

Minimali būtina bendroji informacija apie esamą vamzdyną:

- vamzdžių rūšis (medžiaga);
- matmenys;
- išlinkimai, atšakiniai vamzdžiai, priežiūrai atlikti skirtos prijungtys, uždarymo įtaisai;
- skysčio charakteristikos.

Šios informacijos paprastai galima gauti iš turimų užrašų ir planų.

Minimali informacija apie vamzdyno būklės įtaką funkcinėms charakteristikoms:

- geometriniai ypatumai, pvz., skersmens kitimai, vandens balutės ir ašių nesutapimas;
- tėkmės kliūtys, pvz. nuosėdos, inkrustacija, išsikišančios atšakos;
- skysčio prasisunkimas iš vamzdyno ir į jį;
- sumažėjusio stiprumo vietos, pvz. plyšiai ir korozija.

Šios informacijos paprastai galima gauti atlikus apžiūrą panaudojant uždarnosios spalvinės televizijos (CCTV) įrangą.



*Tipiška vandens tiekimo vamzdžio būklė*



*Tipiška dujų tiekimo vamzdžio būklė*

Minimali informacija apie sąlygas statybvietėje, galinčias turėti poveikio įrengimui:

- prieiga prie vamzdyno, pvz., gylis, eismas, kitos požeminės sistemos;
- statybos apribojimai, pvz., gruntinis vanduo, atkarpų ilgiai, šoninės prijungtys, poreikis įrengti apvedamąjį kanalą.

Iš pradžių šios informacijos galima gauti iš užrašų ir planų, tačiau ją visuomet reikia patvirtinti patikrinimu statybvietėje.

### 2.3 Reikalavimai, siejami su numatomomis eksploatacinėmis savybėmis

Paprastai nustatomos tokios naujo vamzdyno eksploatacinės savybės, kad būtų užtikrinta ne mažiau kaip 50 metų eksploataavimo trukmė.

Atskirai turi būti nustatyti:

1. Reikalavimai, taikomi hidraulinėms eksploatacinėms savybėms.
2. Reikalavimai, taikomi konstrukcijos eksploatacinėms savybėms.

#### 2.3.1 Hidrauliniai reikalavimai

Siekiant išsirinkti ekonomiškiausią atnaujinimo būdą, nustatomas reikiamas sistemos pralaidumas.

Pagal reikiamą pralaidumą nustatomi mažiausi vidiniai aptaisymui naudojami vamzdžio matmenys.

Didžiausi išoriniai aptaisymui naudojami vamzdžio matmenys negali viršyti vidinio esamo vamzdžio skersmens.

Reikia atsižvelgti į visą kitą naudą, galimą gauti dėl aptaisymo sistemos lygumo hidrauliniu požiūriu ir vidinio paviršiaus vientisumo.

Nors tai ne visiškai hidraulinis reikalavimas, tačiau kartu su nurodytais dalykais taip pat derėtų atsižvelgti į naujųjų vamzdžių cheminį atsparumą transportuojamai terpei.

#### 2.3.2 Konstrukciniai reikalavimai

Po atnaujinimo naujas vamzdynas turi išlaikyti tiek vidines, tiek išorines apkrovas.

Kai vamzdžiai yra veikiami vidinio slėgio, vidinės apkrovos

paprastai yra pagrindinis veiksnys.

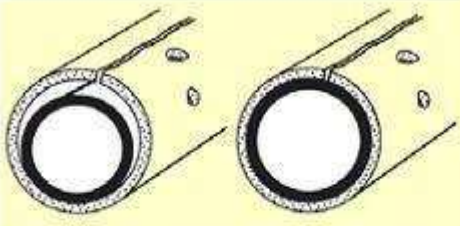
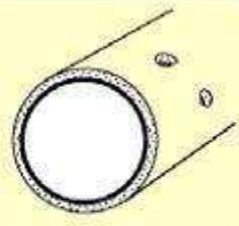
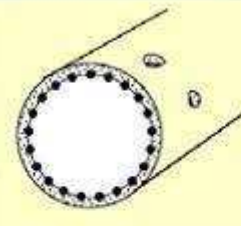
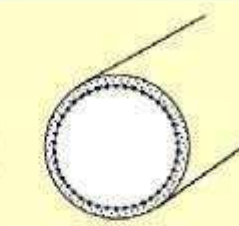
Ruošiantis atlikti atnaujinimą, kai vamzdynas veikiamas vidinio slėgio ir vidiniam aptaisymui panaudojami plastikiniai vamzdžiai, labai svarbu gerai suvokti pirminę lankstaus aptaiso ir palyginti standaus apsaugomo vamzdžio sąveiką.

Šiai problemai skirtame naujausio leidimo Lietuvos standarte pateikiama nauja klasifikavimo koncepcija, nustatanti konstrukcines klases nuo A iki D [9, 26, 28, 30]. Ji sudaro pagrindą detaliam, su konkrečia atnaujinimo technologijų grupe susietam, analizei (žr. 1 lentelę ir 1 pav.).



*1 lentelė. Vidinių aptaisų, skirtų slėginiams vamzdynams, konstrukcinės klasės.*

Aptaiso charakteristikos	A klasė	B klasė	C klasė	D klasė
Gali likti nepažeistas po priimančio vamzdžio gedimo (trūkimo, įlinkio ar šlyties), įvykusio dėl išorinio ar vidinio poveikio	√	–	–	–
Gali ilgą laiką išlaikyti slėgį, lygų didžiausiam leidžiamajam eksploataciniam slėgiui (DLES) arba jį viršijantį	√	–	–	–
Prigimtinis žiedinis standumas <sup>1)</sup>	√	√	– <sup>2)</sup>	– <sup>2)</sup>
Skylių ir plyšių perdengimas ilgam laikui esant DLES	√	√ <sup>3)</sup>	√	–
Sudaro vidinį barjerinį sluoksnį <sup>4)</sup>	√	√	√	√
<b>PASTABOS:</b> 1) mažiausiai reikalaujama, kad aptaisas išlaikytų savo pradinę formą nuslėginus vamzdį; 2) savo pradinę formą nuslėginus vamzdį išlaiko dėl sukibimo su priimančiu vamzdžiu; 3) montavimo metu arba netrukus po to, kai vamzdyje pirmąsyk sudaromas eksploatacinis slėgis, priglunda pakankamai, kad vidinio slėgio sudaromą įtempį galėtų radialia kryptimi perduoti priimančiam vamzdžiui; 4) priimantį vamzdį apsaugo nuo korozijos, dilimo, kauburinės korozijos, lupimosi ir nuo vamzdyno turinio užteršimo nuo priimančio vamzdžio; taip pat dažniausiai sumažina paviršiaus šiurkštį, kad padidėtų pralaidumas.				

A klasė		B klasė	C klasė	D klasė
				
laisvai įkišamas	glaudžiai įkišamas	prigimtinis žiedinis standumas	priklausantis nuo sukibimo	priklausantis nuo sukibimo
Visiškai konstrukciškai nepriklausomas		Pusiau konstrukciškai nepriklausomas		Visiškai konstrukciškai priklausomas
Nepriklausomas aptaisas		Saveikaujantis aptaisas		

*1 pav. Slėginiams vamzdynams skirtų vidinių aptaisų konstrukcinių klasių scheminis vaizdas.*

Nepriklausomi A klasės aptaisai gali nepažeidžiami savarankiškai pasipriešinti visoms vidinėms apkrovoms visą jų skaičiuotinį eksploatavimo laikotarpį nenaudojant esamo vamzdyno radialiam parėmimui. Jie gali būti įkišami laisvai ir glaudžiai. Jie gali likti nepažeisti priimančio vamzdžio konstrukcijos pažeidimo atveju ir toliau išlaikyti vidinio slėgio sudaromas apkrovas visą likusį skaičiuotinį eksploatavimo laikotarpį.

Pastaba. Daugelis vartotojų sutinka, kad aptaisai, kurie nėra sukibę su priimančiu vamzdžiu, kaip glaudžiai įkišti polietileniniai aptaisai, liks nepažeisti pažeidus priimantį vamzdį, bet aptaisai, kurie yra arba gali būti sukibę, gali būti pažeisti!

Sąveikaujantys B ir C klasių aptaisai negali nepažeidžiami savarankiškai pasipriešinti visoms vidinėms apkrovoms, todėl tam tikrą radialinio pasipriešinimo dalį turi išlaikyti esamas vamzdis. Aptaisas laikomas sąveikaujančiu, jeigu bandant nepriklausomai nuo priimančio vamzdžio ilgalaikis atsparumas slėgiui yra mažesnis negu atnaujinamo vamzdžio DLES (didžiausias leidžiamasis eksploatacinis slėgis). Sąveikaujantis slėginių vamzdžių aptaisas, kaip matyti iš pavadinimo, yra glaudžiai įkišamas. B klasės aptaisai savarankiškai išlaiko apkrovas, nors C klasės aptaisų funkcionalumas priklauso nuo jų sukibimo su senojo vamzdžio vidumi. Esamame vamzdyne gali būti tam tikras kiekis skylių arba tarpų sujungtyse, kuriuos galima perdengti.

D klasės aptaisai gali pagerinti esamo vamzdžio būklę, bet konstrukcijos projektavimo požiūriu jie nesuteikia jokių privalumų, neturi jokios įtakos.

Compact Pipe sistemos vamzdžius paprastai galima priskirti A klasės slėginių vamzdžių aptaisams. Tik tais atvejais, kai Compact Pipe vamzdžiai naudojami kaip aptaisas aukštaslėgiuose vamzdynuose, pavyzdžiui, vamzdynuose naftai transportuoti, jie priskiriami B klasei.

Pastaba. Compact SlimLiner vamzdžiai, kurie yra plonasienė Compact Pipe vamzdžių versija, taip pat priskiriami B klasei.

Šioje naujoje ISO konstrukcinėje klasifikacijoje atsižvelgiama tik į aptaiso vamzdžio reakciją į vidinį slėgį. Kur to reikia, projektuotojas turi atsižvelgti į kitas jėgas, kaip išorinės apkrovos (gruntinio vandens slėgis) arba į neigiamus slėgius [5, 9].

## 2.4 Siūlomų technologijų charakteristikos

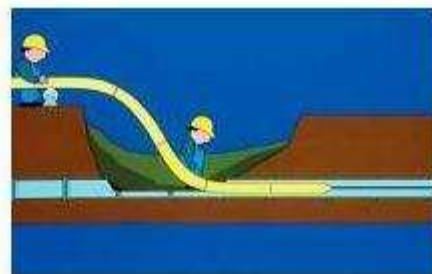
Toliau nurodomi klausimai, nagrinėtini aptariant aptaisymo sistemų panaudojimo galimybes.

- **Siejami su visiškai konstrukciškai nepriklausomomis aptaisymo sistemomis (A klasės):**
  - ar galima aptaisą laikyti ekvivalentišku pakeičiamam vamzdžiui?
  - ar galimas neigiamas montavimo darbų poveikis?
  - kaip paveiks vėliau aptaisą priimančio vamzdžio pažeidimai?
- **Siejami su pusiau konstrukciškai nepriklausomomis aptaisymo sistemomis (B ir C klasių):**
  - ar aptaisas pakankamai perdengs skyles ir plyšius?
  - kokia atnaujinto vamzdžio eksploataavimo trukmė įmanoma?
  - ar ekonominė nauda, gaunama panaudojant pusiau konstrukciškai nepriklausomą aptaisą, leidžia atsisakyti visiškai

konstrukciškai nepriklausomo aptaiso panaudojimo ar išvengti visiško vamzdžio pakeitimo?

### 2.4.1 Vidinio aptaisymo glaudžiai įkišant vamzdį technologija

Technologija, priskiriama prie vidinio aptaisymo glaudžiai įkišant vamzdį būdų, buvo sukurta remiantis vidinio aptaisymo ištisiniu vamzdžiu (ilgavamzdžiu) būdu, vadinamu laisvuju įtraukimu (angl. sliplining). Jis pradėtas naudoti XIX amžiaus 7-ojo dešimtmečio pabaigoje ir nuo to laiko tapo labai populiarius tarp slėginių vamzdynų savininkų. Laisvojo įtraukimo būdas greitas, paprastas ir rentabilus.



**2 pav.** Vidinis aptaisymas ilgavamzdžiu.

Vis dėlto, šis būdas turi ir naudojimo apribojimų, ypač dėl to, kad po atnaujinimo gerokai sumažėja vamzdžio skersmuo. Jei kalbėsime apie slėginius vamzdynus, kartais galima padidinti eksploatacinį slėgį, taip kompensuojant pralaidumo sumažėjimą, bet, žinoma, tai ne visada įmanoma.



Dėl šios priežasties daugiau nei prieš 20 metų buvo sukurta ir įdiegta į rinką pirmoji glaudžiai įkišamo vidinio aptaiso technologija.

Išsamią aptaisymo glaudžiai įkišamu vamzdžiu technologijos analizę tikslinga pradėti nuo apibrėžčių, šiuo metu pateiktų standartuose [5, 6, 7, 9, 10, 11]:

#### **. Glaudžiai įkišamas vamzdis (angl. „Close-fit pipe“):**

vidiniam aptaisymui įkišant vamzdį skirtas ištisinis vamzdis iš termoplastikinės medžiagos, grįžtantis į savo pradinę formą arba kitaip išplečiamas po įkišimo, kad glaudžiai priglustų prie esamo vamzdyno.

#### **. Glaudus priglundimas (angl. „Close-fit“):**

tokia sumontuoto vidinio aptaiso išorės padėtis esamo vamzdyno vidinio paviršiaus atžvilgiu, kai įvyksta glaustasis suleidimas arba lieka nedidelis žiedinis tarpas tik dėl susitraukimo ir tolerancijų.

Slėginiams vamzdynams paprastai naudojami vamzdžiai, pagaminti iš polietileno, nes polietileningi vamzdžiai turi puikią savybę „išiminti“. Yra dvi įtrauktino vamzdžio skerspjūvio sumažinimo galimybės:

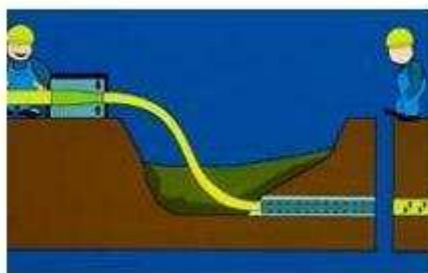
- sumažinimas statybvietėje;
- sumažinimas vamzdžių gamykloje.

Pirmosios kartos aptaisymo glaudžiai įkišamu vamzdžiu technologijos išnaudojo sumažinimo statybvietėje galimybę.

Tokiu atveju vamzdis nuvedamas pro skerspjūvio sumažinimo įrangą ir tuo pat metu įstatomas vienu ilgavamzdžiu. Įstatyto vamzdžio skerspjūvis vėl padidinamas.

Dydžiui sumažinti statybvietėje gali būti naudojami, pavyzdžiui, šie būdai:

- apspaudimas pašildant vamzdį ir traukiant jį per siaurėjančiąją kūginę angą (angl. Swagelining);
- apspaudimas traukiant vamzdį per ritinius (angl. Roll-down);
- plonasienio vamzdžio sulankstymas suteikiant U formą skerspjūvyje (angl. Subline).

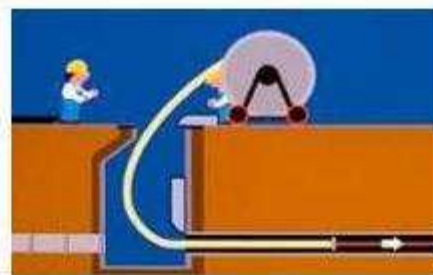


**3 pav. Aptašymas statybvietėje sumažinamais vamzdžiais.**

Antrosios kartos aptaisymo glaudžiai įkišamu vamzdžiu technologijoms naudojami jau vamzdžių gamykloje sumažinto skerspjūvio vamzdžiai. Vamzdžiai paprastai tiekiami sulankstyti, suvynioti ant būgno, nuo kurio tiesiog įstatomi.

Prie technologijų, kurioms panaudojami vamzdžių gamykloje sulankstyti vamzdžiai, taip pat priskiriamos:

- sistema Compact Pipe;
- sistema Compact SlimLiner.



**4 pav. Aptašymas gamykloje sumažintais vamzdžiais.**

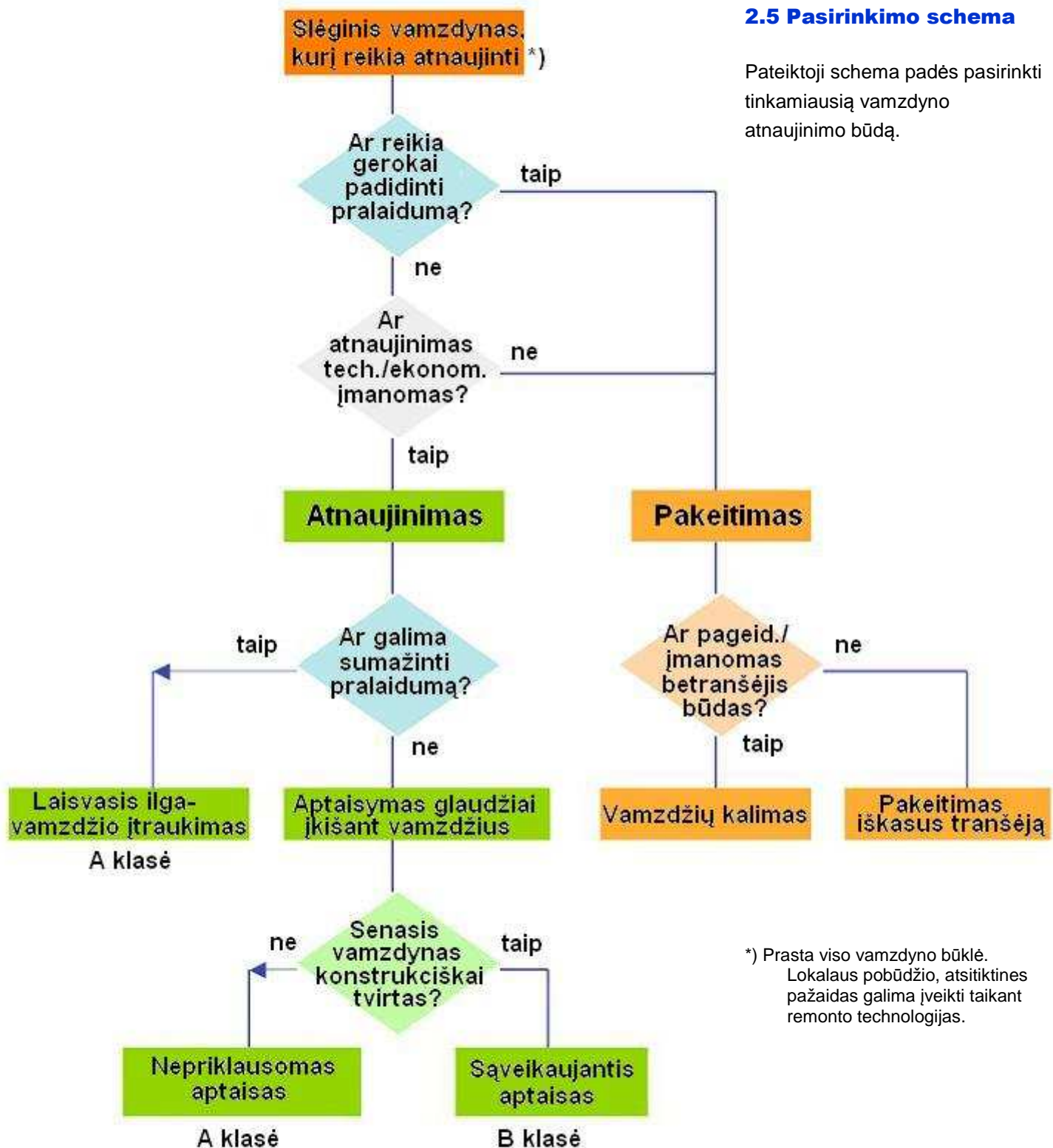
Preliminariai pasirinkus tinkamiausią variantą, galima pradėti kitą procedūros etapą – konkurso dokumentų parengimą ir jų pateikimą akredituotoms montavimo įmonėms.

Konkurso dokumentuose turi būti aiškiai išdėstyti reikalavimai.

1 priede pateikta informacinio pobūdžio konkurso dokumento forma, jei bus nuspręsta pasinaudoti vidinio aptaisymo glaudžiai įkišant vamzdį technologija.

## 2.5 Pasirinkimo schema

Pateiktoji schema padės pasirinkti tinkamiausią vamzdyno atnaujinimo būdą.



\*) Prasta viso vamzdyno būklė. Lokalaus pobūdžio, atsitiktines pažaidas galima įveikti taikant remonto technologijas.

5 pav. Pasirinkimo schema.

### 3. Sistema Compact Pipe

#### 3.1 Sistemos charakteristikos

Įmonių grupei Wavin priklausanti ir ja parduodama sistema Compact Pipe skirta esamų senųjų vamzdynų viduje įrengti naują glaudžiai priglundantį vamzdį, kuris visiškai perima esamo vamzdžio funkciją.

Pagrindinis sistemos elementas – vamzdis, gaminamas iš įprasto aukštos kokybės polietileno. Jis tiekiamas ištisinis, užvyniotas ant tvirto metalinio būgno. Į statybvietai vamzdis pristatomas ypatingos formos: jis visu ilgiu sulankstytas taip, kad skerspjūvyje panašus į C raidę. Todėl šį vamzdį lengva įkišti į esamą vamzdį, kuris atlieka priimančio (apgaubiamojo) vamzdžio funkciją.



Įkištas Compact Pipe vamzdis, veikiamas garo, dėl polietileno savybių („atminties efekto“) grįžta į savo pradinę formą.



Po to, aušinamas suslėgtuoju oru, polietileninis vamzdis glaudžiai priglunda prie priimančio vamzdžio vidinio paviršiaus.

Taip sumontavus glaudžiai įkišamą aptaisą formuojamas konstrukciškai nepriklausomas vamzdis, kurio kokybė ir tvirtumas būdingi naujai įrengtam vamzdžiui.

Vamzdžio skerspjūvio ploto sumažėjimas dėl tokio aptaisymo kompensuojamas bent tuo, kad naujame vamzdyje nėra tokių kliūčių, kaip inkrustacijos, ir kad naujo vamzdžio vidinis paviršius daug lygesnis – dėl to dažniausiai hidraulinės vamzdžio savybės net pagerėja, taip pat didėja jo pralaidumas.

#### 3.2 Vamzdžių medžiaga

Polietilenas (PE) yra plačiausiai žinoma masinės gamybos plastikinė medžiaga. Tai klasikinis poliolefinų grupės produktas.

Konstruojant vamzdžių sistemas PE pradėtas plačiai naudoti kaip požeminių dujų ir vandens tiekimo vamzdžių medžiaga. Daug pranašumų polietilenas turi kaip medžiaga kylantiems stovams (padidinto slėgio nuotakynams) ir pramonėje naudojamiems vamzdžiams įrengti. Tai tokios savybės kaip mažas svoris, puikus lankstumas, maži trinties nuostoliai vamzdyje, plastinio suirimo savybės ir tįsumas net esant labai žemai temperatūrai, geras cheminis atsparumas, tinkamumas suvirinimui ir maža kaina.

Compact Pipe sistemos gamybai naudojamų polietileninių medžiagų rūšys klasifikuojamos pagal jų mažiausią stiprį, mažiausią tempiamąjį stiprį esant 20 °C temperatūrai per 50 metų laikotarpį. Polietileno klasifikavimui naudojamas rodiklis MRS (mažiausias reikiamas stipris). Paprastai Compact Pipe vamzdžiai, skirti slėginiams vamzdžiams, gaminami iš polietileno, kurio MRS = 10 N/mm<sup>2</sup>. Toks polietilenas paprastai žymimas PE 100.

### 3.3 Vamzdžių asortimentas ir charakteristikos

2 lentelė. Pagamintų ir sumontuotų Compact Pipe vamzdžių matmenys.

Vardinis skersmuo DN, mm	Medžiaga	SDR	Medžiagos spalva	Paskirtis	Gamybiniai matmenys		Vardiniai matmenys		Skersmenų diapazonas (sen. vam. skersmuo įkišimui), mm	Vamzdžio ant standartinio būgno ilgis, m **)
					Išorinis skersmuo, mm	Maž. sienelės storis, mm	Išorinis skersmuo, mm	Maž. sien. storis, mm *)		
100	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	97	6,4	100	6,2	97 – 102	600
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	97	6,2	100	6,0	97 – 102	600
125	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	121	8,0	125	7,7	121 – 127	600
150	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	145	9,5	150	9,3	145 – 152	600
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	145	9,3	150	8,9	145 – 152	600
	PE 80	17,6	balta	nuotekoms	145	9,3	150	8,9	145 – 155	600
	PE 80	26	balta	nuotekoms	145	6,3	150	6,1	145 – 155	600
175	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	170	11,2	175	10,8	170 – 179	600
200	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	194	12,8	200	12,4	194 – 204	400
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	194	12,3	200	11,9	194 – 204	400
	PE 80	17,6	balta	nuotekoms	194	12,3	200	11,9	194 – 208	400
	PE 80	26	balta	nuotekoms	194	8,3	200	8,1	194 – 208	400
225	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	217	14,4	225	13,9	217 – 228	330
250	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	241	15,0	250	15,4	241 – 253	330
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	241	15,5	250	14,9	241 – 253	330
	PE 80	17,6	balta	nuotekoms	241	15,5	250	14,9	241 – 258	330
	PE 80	26	balta	nuotekoms	241	10,5	250	10,1	241 – 258	330
300	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	289	19,3	300	18,5	289 – 303	190
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	289	18,6	300	17,9	289 – 303	190
	PE 80	17,6	balta	nuotekoms	289	18,6	300	17,9	289 – 309	190
	PE 80	26	balta	nuotekoms	289	12,6	300	12,1	289 – 309	210
350	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	340	22,3	350	21,6	340 – 357	150
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	340	21,5	350	20,9	340 – 357	150
	PE 80	17,6	balta	nuotekoms	340	21,5	350	20,9	340 – 364	150
	PE 80	26	balta	nuotekoms	340	14,6	350	14,1	340 – 364	160
400	PE 100	17	mėlyna	vandeniui	385	25,7	400	24,7	385 – 404	93
	PE 100	17,6	oranžinė	dujoms	385	24,8	400	23,9	385 – 404	93
	PE 80	17,6	balta	nuotekoms	385	24,8	400	23,9	385 – 412	93
	PE 80	26	balta	nuotekoms	385	16,8	400	16,2	385 – 412	135
450	PE 100	26	mėl., oranž.	vandeniui	436	18,8	450	18,2	436 – 458	100
	PE 100	26	oranžinė	dujoms	436	18,8	450	18,2	436 – 458	100
	PE 80	26	balta	nuotekoms	436	18,8	450	18,2	436 – 467	100
500	PE 100	26	mėl., oranž.	vandeniui	485	20,8	500	20,2	485 – 509	100
	PE 100	26	oranžinė	dujoms	485	20,8	500	20,2	485 – 509	100
	PE 80	26	balta	nuotekoms	485	20,8	500	20,2	485 – 519	100

\* šis sienelės storis lygus DN/SDR santykio reikšmei, padidintai 5 %.

\*\* tiekiant eksportui (negrąžinamasis būgnas), vamzdis gali būti ilgesnis.

Pastaba. Skersmenų diapazonas – tai priimančių vamzdžių vidinių skersmenų sritis, kurios ribose galimas glaudusis sąlytis.  
Pagal Compact Pipe vamzdžio prigimtį, jo išorinis skersmuo susilygina su vidiniu priimančio vamzdžio skersmeniu.



SDR – tai angliško termino „Standard Dimensional Ratio (standartinis matmenų santykis)“, apibūdinančio vamzdžio geometriją, santrumpa. SDR reikšmė lygi vardinio išorinio skersmens ir vardinio sienelės storio santykiui:

$$SDR = d_n / e_n \quad (1)$$

čia:

$d_n$  – vardinis išorinis vamzdžio skersmuo;

$e_n$  – vardinis (mažiausias) vamzdžio sienelės storis.

**3 lentelė. SDR reikšmės poveikio sienelės storiui esant tam pačiam skersmeniui pavyzdžiai.**

Vardinis skersmuo DN, mm	Vardinis sienelės storis $e_n$ , mm	
	SDR26	SDR17
200	7,7	11,8
400	15,4	23,5

### 3.4 Panaudojimo sritis

Compact Pipe pasirodė esanti ideali technologija betranšėjam pažeistų vandens, nuotekų, dujų ir pramoninių vamzdynų, pagamintų iš tokių tradicinių medžiagų, kaip ketus, plienas, betonas, keramika arba asbestcementis, atnaujinimui. Ši sistema ypač naudinga tose vietose, kur sunku prieiti prie vamzdyno arba kur vyksta intensyvus eismas, ir dėl to neįmanoma iškasti atvirą tranšėją.

Statybos darbai apribojami tik nedidelių pradinių ir galinių prieduobių kasimu, kurių gali net ir visai neprireikti, kai yra atnaujinami nuotakynų vamzdžiai ir galima pasinaudoti esamais šuliniais. Todėl ši technologija ypač patraukli ankštų erdvių sąlygomis, pavyzdžiui, miestų centruose. Jei kalbėsime apie geriamojo vandens tinklų atnaujinimą, tai bandymai, atlikti pagal kelis tarptautinius reglamentus, kuriuose nustatyti reikalavimai dėl tinkamumo kontaktui su geriamuoju vandeniu, parodė, kad Compact Pipe sistema yra labai priimtinas sprendimas.

Kaip ir visos plastikinių vamzdžių ir junglių sistemos, Compact Pipe vamzdžiai nėra toksiški, neturi kvapo, nedaro poveikio vandens skonui. Todėl jie nekelia jokio pavojaus žmonių sveikatai ir negadina jais tekančio geriamojo vandens skonio ar kokybės.

Jei kalbėsime apie dujų tiekimo tinklų atnaujinimą, PE turi labai vertingą savybę – jis išlieka atsparus plyšių susidarymui, net liesdamasis su agresyviomis terpėmis.

Cheminio atsparumo požiūriu polietilenas pasižymi dideliu atsparumu korozijai ir chemikalams visomis gamtinėmis

grunto sąlygomis. Daugelis metalų linkę į paviršinę koroziją (arba, dar blogiau, į taškinę koroziją) susiliesdami su rūgštimis arba druskomis, todėl metaliniams vamzdžiams reikalinga apsauginė danga. PE vamzdžiai nepūva, nekoroduoja, nerūdija, nesuplonėja dėl cheminių reakcijų – tai yra akivaizdus jų privalumas.

Compact Pipe vamzdžiai atsparūs buitiniams nuotekoms, kurių pH nuo 2 (rūgštis) iki 12 (šarmas) ir neoksiduojančioms rūgštimis, šarminiams tirpalams, vandeniniams druskų tirpalams ir tam tikram tirpiklių skaičiui. Dėl tokių organinių tirpiklių, kaip ketonai, esteriai ir chlorintieji angliavandeniliai, poveikio, ypač jei jų koncentracijos ir temperatūros didelės, polietilenas gali pabrinkti.

Patikima polietileno atsparumo lentelė pateikta ISO techninėje ataskaitoje 10358.

Palyginimais nustatyta, kad PE vamzdžių atsparumas dildymui didesnis negu kitų medžiagų, todėl tokie vamzdžiai labiausiai tinka srutų transportavimo vamzdynams.

Naudojant Compact Pipe sistemą, esamo vamzdyno viduje sudaromas nepriklausomas naujas vamzdynas.

Pagamintų iš PE100 vamzdžių ilgalaikis atsparumas išlaikant slėgio apkrovas (skaičiuotinė eksploatacavimo trukmė 20 °C temperatūroje – ne mažiau kaip 50 metų) nurodytas 4 lentelėje.

**4 lentelė. Ribinis slėgis priklausomai nuo SDR reikšmės**

SDR	Didžiausias eksploatacinis slėgis, bar	
	Vanduo / Pramoniniai skysčiai	Dujos
26	6,4	4
17	10	6

Pastaba. Papildomai informacijos šiuo klausimu pateikta 5.1.1 skirsnyje.

Realiomis sąlygomis Compact Pipe vamzdis montuojamas ištisine atkarpa (ilgavamzdžiu) be jokių sujungčių.

Atkarpos gali būti sujungtos lydomuoju suvirinimu (be jokių sujungčių su guminiiais žiediniais tarpikliais).

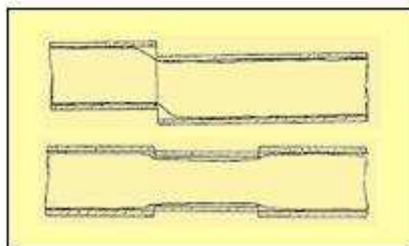
Ilgas atkarpos galima įtraukti vienu etapu, apribojimai siejami tik su mažesniais matmenimis.

**5 lentelė. Didžiausias atkarpų ilgis**

Vardinis matmuo, mm	Didžiausias atkarpų ilgis, m
100 ir 125	300
≥ 150	600 *)

\*) jei įmanoma tiekti ant vieno būgno

Jei kinta skersmuo arba nesutampa ašys, Compact Pipe sistemą iš esmės galima naudoti. Vis dėlto mažiausias esamo vamzdžio skersmuo turi būti didesnis negu sulankstyto Compact Pipe vamzdžio ar traukimo galvutės skersmuo. Gali būti, kad kai kuriose ruožuose Compact Pipe vamzdis nesusigrąžins apskritos formos. Šiuos ruožus galima išplėsti panaudojant tinkamus kalibrus arba frezavimu.



Traukiant Compact Pipe vamzdžius galima įveikti tokius vamzdžio trasos krypties pokyčius:

- Posūkiai  $\leq 22,5^\circ$  – be apribojimų
- Posūkiai  $> 22,5^\circ$  ir iki  $45^\circ$  – kai spindulys 5 kartus didesnis negu Compact Pipe vamzdžio DN.



Staigiuose (pvz.,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ) posūkiuose prieš atliekant montavimo darbus reikės pašalinti senojo vamzdžio tokio dydžio atkarpą, kad būtų įmanoma tolygiai, 8 x DN spinduliu, išlenkti įstatomą vamzdį.

### 3.5 Kokybės užtikrinimas

Polietileningi vamzdžiai jau daugiau kaip 40 metų plačiai naudojami įvairiems slėginams vamzdynams ir pasirodė esantys saugūs bei patikimi.

Compact Pipe vamzdžių kokybę garantuoja jų visiškas atitikimas naujausiems tarptautiniams ir Lietuvos standartams. Naujausi standartai, taikomi slėginams vamzdynams – tai EN ISO 11298 (perimtas kaip LST EN ISO 11298) ir ISO 11299 vandens ir dujų tiekimo tinklams atitinkamai [6, 7, 10, 11].

Šie standartai reikalauja, kad aptaismui panaudoti vamzdžiai būtų bandomi jau įrengti.

Pagaminti gaminiai, vadinami „M“ stadijos gaminiai, laboratorijoje paruošiami modeliujant jų įrengties sąlygas, tai tariai „I“ stadijos gaminiai, kurių kokybė ir tikrinama. Nustačius jų atitikimą kokybės reikalavimams (kurie keliama įrengties, t. y. „I“ stadijos gaminiams), pagaminti gaminiai patvirtinami tinkamais.

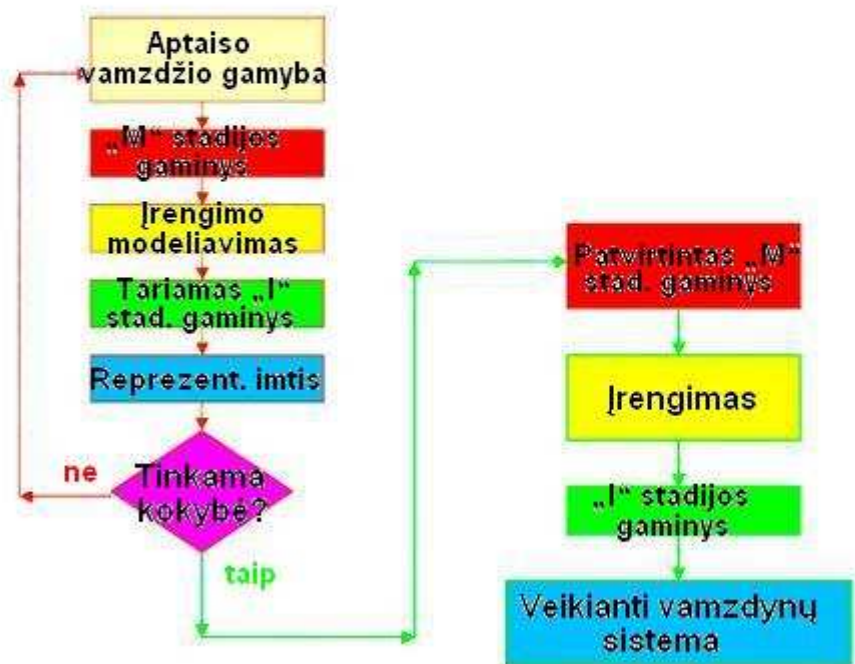


Po to gaminiai pripažįstami tinkamais įrengimui (atitinkamu būdu) ir automatiškai įforminami kaip patvirtinti vamzdžiai po įrengimo.

Visa ši bendroji procedūra taikoma Compact Pipe gaminiams.

Įrengimo kokybę, savo ruožtu, garantuoja tik licenciją įgiję ir mokymus baigę montuotojai.

Compact Pipe gaminių tipo bandymo rezultatai ir jų patvirtinimas pagal griežčiausius reikalavimus, nustatytus tiek Vokietijos (DVGW), tiek Britanijos (DWI) nacionaliniuose norminiuose dokumentuose, rodo, kad gaminiai yra tinkami naudoti pagal paskirtį (išsamios informacijos galima gauti paprašius).



6 pav. Kokybės patikrinimo procedūra.



Atminties patikrinimas; „M“ stadija



Įrengimo modeliavimas:  
„M“ stadija → „I“ stadija



Tiriamų „I“ stadijos gaminių  
slėginis bandymas

7 pav. Compact Pipe vamzdžių kokybės patikrinimo procedūros iliustracijos.

### 3.6 Compact Pipe vamzdžių montavimas

Kad būtų įmanoma tinkamai įrengti Compact Pipe vamzdžius, yra svarbūs du dalykai:

- specializuota montavimo įranga;
- montavimo darbams parengti darbuotojai.

#### 3.6.1 Montavimo įranga

Reikalinga tokia specializuotoji įranga:

- automobilių priekaba būgnui;
- gervė;
- garo generatorius su įtaisyta proceso valdymo įranga;
- kondensato rinktuvas.



automobilių  
priekaba būgnui



gervė



garo  
generatorius



kondensato  
rinktuvas ir  
duomenų  
siųstuvas

Compact Pipe vamzdžiai pristatomi ant būgnų, kurie gali būti pastatyti ant specialiai Compact Pipe sistemai suprojektuotos priekabos būgnui. Tiesiogiai nuo stovinio ant priekabos būgno vamzdis traukiamas į įvadinį prieduobį. Priekabą būgnui taip pat rekomenduojama panaudoti montavimo aikštelėje išvyniojamam vamzdžiui valdyti.

Rekomenduojamoji gervė su automatišku jėgos apribojimu gali sudaryti iki 10 tonų traukimo jėgą. Be to, turi būti įtaisytas jėgos rašytuvas.

Garo generatorius – montavimo sistemos „širdis“ – tiekia garą vamzdžio formos atkūrimo procesui. Be to, jame įrengtos montavimo valdymo ir duomenų saugojimo priemonės. Paprastai visa ši įranga patalpinama į transportuojamą 20 pėdų konteinerį. Iš garo generatoriaus į Compact Pipe vamzdį taip pat tiekiamas suslėgtasis oras.

Vamzdyno priėmimo gale garas ir susikondensavęs vanduo saugiai išleidžiami per kondensato rinktuvą. Tai ypač svarbu, kai darbai atliekami gyvenamosiose zonose arba ant intensyviai eksploatuojamų kelių, siekiant išvengti nepatogumų žmonėms ir garantuoti eismo saugumą. Duomenų rinkimo įtaisas perduoda duomenis.

Be to, Compact Pipe vamzdžių montavimui reikalingi įvairūs įrankiai, įrenginiai ir priedai, tarp jų suvirinimo įranga, vamzdžio plėstuvai ir angų rėžtuvai.

#### 3.6.2 Vamzdžių montavimas

Įrengiant vidinį aptaisą iš Compact Pipe vamzdžių, kasimo darbus sudaro tik nedidelių pradinio ir galinio prieduobių kasimas. Todėl statybvietei reikalingas tik nedidelis plotas ir eismas sutrikdomas minimaliai.

Statybvietę reikia parengti taip, kad įvadinis prieduobis (ar įvadinis šulinys atnaujinant nuotakyną) būtų aukščiausias atnaujinamo vamzdyno taškas. Šioje vietoje, įkišant vamzdį, pastatoma priekaba su būgnu, o atstatant vamzdžio formą – garo generatoriaus konteineris. Gervė ir vandens/garo rinktuvas statomi prie priėmimo šulinio ar prieduobio.

Įrengiant Compact Pipe sistemą atnaujinamojo vamzdyno būklei griežti reikalavimai nekeliami. Purvini slėginiai vamzdiniai išvalomi aukšto slėgio srove, gremžimo įrankiais ir šepetiais arba grandininio kobiniu, kad būtų pašalintos inkrustacijos ir nuosėdos. Suvirinimo siūlių rumbeles galima pašalinti nuotoliniu būdu valdomu frezavimo įrenginiu. Po to sulankstytas (C formos skerspjuvio) aptaisymo vamzdis pratraukiamas ištisine atkarpa tiesiog pro atnaujinamąjį vamzdyną. Vienu etapu galima sumontuoti iki 600 m ilgio ilgavamzdžius.

Pastaba. Atliekant visus montavimo darbus, būtina laikytis nacionalinių apsaugos nuo nelaimingų atsitikimų direktyvų, leidžiamų profesinių sąjungų, kelių eismo taisyklių ir kelio darbų saugos direktyvų.

#### Montavimas nuosekliai atliekamas tokia tvarka:

- a** Kasimo darbai
- b** Tėkmės nutraukimas
- c** Angų sudarymas
- d** Vamzdyno ištuštinimas
- e** Valymas
- f** Apžiūra
- g** Patikrinimas kalibru
- h** Įtraukimas
- i** Šildymas
- j** Išplėtimas
- k** Aušinimas
- l** Vamzdžio galų tvirtinimas
- m** Apžiūra
- n** Prijungimas prie esamo vamzdyno
- o** Atšakų prijungimas

**a punkto pastaba.** Pradinio ir galinio prieduobių ilgis pirmiausia priklauso nuo erdvės, reikalingos Compact Pipe vamzdžiui prijungti prie esamo vamzdyno.

**e punkto pastaba.** Esamą vamzdyną reikia išvalyti tiek, kad būtų užtikrintas optimalus vidinis skersmuo. Slėginiai vamzdynai valomi mechaniniais įrankiais arba aukšto slėgio srove.

**f ir m punktų pastaba.** Prieš įstatant aptaiso vamzdį ir siekiant nustatyti atliktų montavimo darbų kokybę, vamzdyno vidus apžiūrimas panaudojant uždarnosios televizijos įrangą (CCTV).

**g punkto pastaba.** Tinkamo dydžio kalibras traukiamas vamzdžiui patikrinti, ar Compact Pipe vamzdžiui pakaks vietos grįžti į savo pradinę formą.

**h punkto pastaba.** Įstatomas aptaiso vamzdis išvyniojamas nuo būgno, kuris stovi ant specialios automobilių priekabos, pastatomos prie įvadinio prieduobio ir atliekančios padavimo įrenginio funkcijas. Vamzdis traukiamas gerve, pastatyta prie priėmimo prieduobio. Draudžiama viršyti didžiausią leidžiamą traukimo jėgą, o faktiškos jėgos reikšmės reikia užrašyti kokybei užtikrinti.





**i punkto pastaba.** Vamzdis šildomas į jį tiekiant sotųjį garą, kurio temperatūra 125 °C. Todėl sulankstytas Compact Pipe vamzdis „atsimena“ ir sugrįžta prie savo pradinio skerspjūvio („atminties efektas“). Tolimajame gale (priėmimo prieduobyje) šildymo metu vamzdis atvertas pakankamam tekėjimui vamzdžiu užtikrinti. Kai vamzdis pakankamai įšildomas, vietoj garo į jį pradedamas tiekti šaltas suslėgtasis oras.

**j punkto pastaba.** Šioje fazėje, iš karto po to, kai vietoj garo pradedamas tiekti suslėgtasis oras, vamzdis išplečiamas. Nustatomas pakankamai didelis oro slėgis, kad vamzdis išsiplėstų radialia kryptimi ir glaudžiai priglustų prie esamo vamzdyno vidinio paviršiaus.

**k punkto pastaba.** Aušinimas oru vyksta tiesiog palaikant slėgį. Aušinimo fazė baigiasi, kai pasiekama aplinkos temperatūra.

**l punkto pastaba.** Vamzdžio galai pritvirtinami, kad vamzdis išilgai nesusitrauktų prijungimo prie esamo vamzdyno metu ar prieš tai. Tvirtinama elektrinio lydymo būdu.



Tuo pat metu sulankstytas aptaiso vamzdis transformuojamas ir glaudžiai priglunda prie priimančio vamzdžio.

Kaip aptaiso vamzdis prijungiamas prie esamo vamzdyno ir prie jo prijungiami atšakiniai vamzdžiai, aprašyta kitame šio vadovo skirsnyje.

Pastaba. Leidimą turintis montuotojas turi būti gerai parengtas Compact Pipe vamzdžių montavimui.

### 3.7 Prijungimo būdai

Polietileniniai vamzdžiai apskritai gali būti jungiami į vamzdynų sistemą panaudojant:

- sulydymo technologijas (sandūrinio, įmovinio arba su elektrinio lydymo jungliais) arba
- mechaninio surinkimo technologijas (suveržiamosios arba junginės sujungtys).

Kadangi Compact Pipe vamzdžiai suderinami su visomis polietileno rūšimis, įprastinės technologijos visiškai tinkamos, kai iš Compact Pipe vamzdžių įrengiamas nepriklausomas aptaisas. Įrengiant sąveikaujantį aptaisą, būtinos papildomos procedūros.

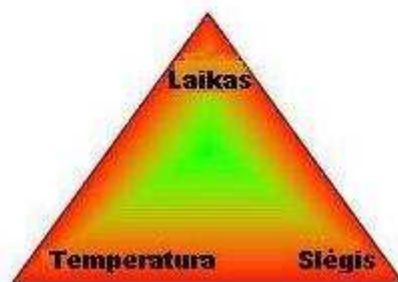
#### 3.7.1 Nepriklausomo aptaiso prijungimas

Taikant sulydymo technologiją, sujungiami paviršiai tam tikrą laiką šildomi ir suspaudžiami. Dėl šilumos ir slėgio poveikio tinkamomis sąlygomis molekulinės grandinės pasislenka ir susimaišo, o aušinimo metu virsta vientisa mase. PE vamzdžius ir junglius galima sulydyti sandūriniu būdu, įmoviniu būdu bei panaudojant elektrinio lydymo junglius. Sulydytoji sujungtis visiškai atspari galinėms apkrovoms ir mažiausiai tokia pat stipri, kaip ir pats vamzdis.

Pageidautinas Compact Pipe vamzdžių slėginiuose vamzdynuose sujungimo būdas – panaudoti elektrinio lydymo (elektromovinius) junglius. Šiuo atveju nereikia stumti vamzdžių sulydymo slėgio susidarymui, todėl toks būdas labai tinka ilgioms Compact Pipe vamzdžių atkarpoms.

Elektrinio lydymo jungliuose įtaisytas elektrinis metalinis kaitinamasis elementas (viela), prijungiamas prie elektrinio lydymo įrenginio, užtikrinančio šio elemento įkaitinimą. Dėl šilumos poveikio vielą supanti medžiaga išsiplečia ir užpildo tarpą tarp junglio ir vamzdžio. Nuo to momento, kai susiliečia junglio vidinis paviršius ir vamzdžio

išorinis paviršius, šiluminė energija pasklinda į vamzdžio sienelę. Junglys ir vamzdis minkštėja ir išsilydo. Tarp išorinės ir vidinės šaltų junglio dalių susidaro erdvė su padidintu plastinės konsistencijos polietileno slėgiu. Kai pasiekiamas pakankamas slėgio, temperatūros ir laiko santykis, lydymas sustabdomas.



**8 pav.** *Trijų tiesiogiai susijusių su lydymu parametrų sąveika, užtikrinanti patikimą sulydymą.*

Kitame etape dar vis plastiška sujungtis neturi būti judinama ar spaudžiama, kol atšaus tiek, kad susidarytų patikima, tvirta sujungtis.

Yra įvairių rūšių junglių, skirtų įvairiam panaudojimui:

- jungiamosios movos – tiesiam to paties dydžio vamzdžių sujungimui;
- atšakos, trišakiai, balnai, alkūnės, pereinamieji tarpvamzdžiai ir sklendės – sujungtims, atsišakojimams, posūkiams, dydžio pakeitimui ir tėkmės sustabdymui.



**9 a, b, c, d pav.** *PE jungliai.*

Sujungimo darbui palengvinti skirti specialūs įrankiai.

Kad būtų galima panaudoti įprastinius elektrinio lydymo junglius, Compact Pipe vamzdžio galus reikia išplėsti iki standartinio vamzdžio matmens. Tam naudojami plėstuvas ir nerūdijančio plieno įdėklai.



**10 pav.** *Plėstuvo naudojimas.*

Sukamasis skutimo įrenginys palengvina Compact Pipe vamzdžių paruošimą.



**11 pav.** *Sukamojo skutimo įrenginio naudojimas.*

Prireikus prijungti prie vamzdžių, pagamintų iš kitų medžiagų, arba prie pagalbinių įrenginių, kaip sklendės ir hidrantai, naudojamos mechaninės jungtys, kurios leidžia atlikti jungines sujungtis. Pirmą Compact Pipe vamzdį turi būti apdorotas taip, kad turėtų įprastinio polietileno vamzdžio matmenį, o po to atliekamas



**12 pav.** *Jungtinė sujungtis.*

prijungimas panaudojant junginį tarpvamzdį.

Kadangi Compact Pipe vamzdžių matmenys tikriausiai netinka įprastiniams suveržiamiesiems polietileno elektrinio lydymo balnams, reikia naudoti iš viršaus prilydomus balnus. Ir šiuos balnus, ir daug kitų tinkamų junglių galima užsisakyti įmonėje GF Wavin.



#### 3.7.2 Sąveikaujančio aptaiso prijungimas

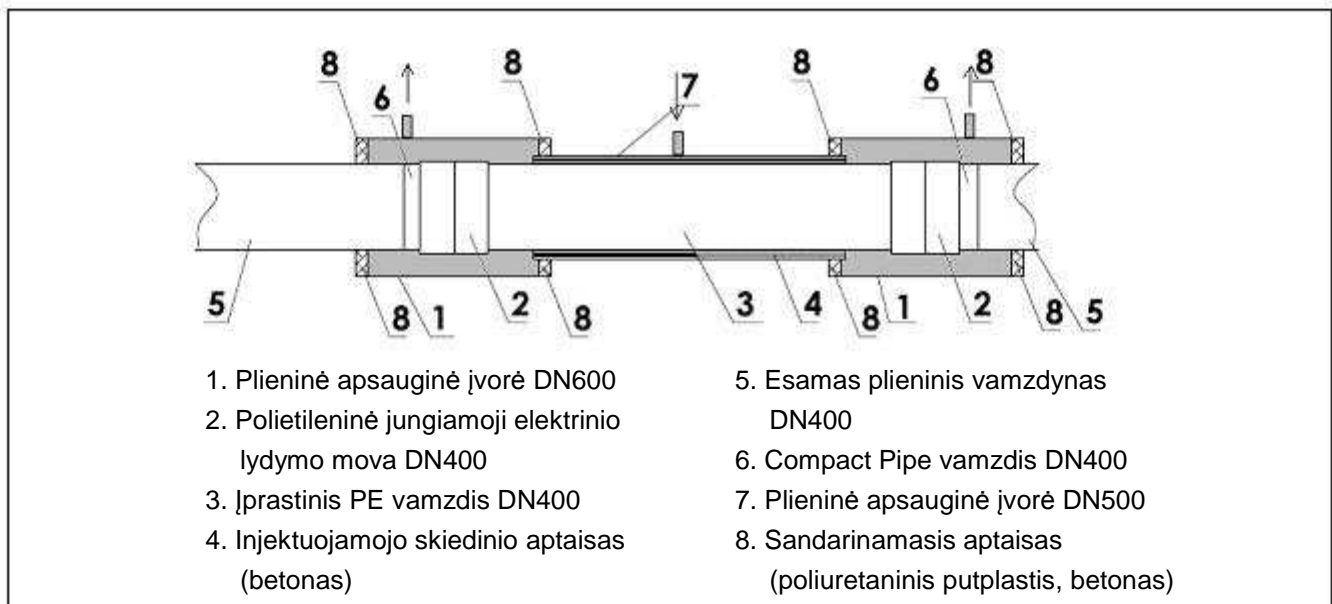
Rengiant vamzdyno atnaujinimo projektą, kai Compact Pipe vamzdžiai bus naudojami kaip sąveikaujantis vidinis aptaisas, reikia nuspręsti, kaip bus sujungiamos atnaujintos atkarpos ir kaip atnaujintas vamzdynas bus sujungtas su neatnaujintu. Tokiu atveju atnaujintoje vamzdyno dalyje priimantis (apgaubiamasis) vamzdis išlaiko vidinį slėgį.

Pradiniame ir galiniame prieduobiuose (ir galbūt tarpiniuose prieduobiuose) būtina imtis atsargumo priemonių, kad Compact Pipe vamzdyje ir tarpinėje įprastinio PE vamzdžio atkarpoje nesusidarytų per didelis vidinis slėgis.

Priimtina konstrukcija turi būti tokia, kad polietileninis vamzdis, veikiamas didelio slėgio, nesuirytų. Tam galima panaudoti gaubtus iš

pakankamai stipraus plieninio vamzdžio atkarpų.

Toks realus sprendimas, kai Compact Pipe vamzdžiai buvo panaudoti 25 bar DN400 dujotiekio atnaujinimui [34], schematiškai pavaizduotas toliau pateiktame paveiksle.



**13 pav.** Sąveikaujančio vidinio aptaiso prijungimo scheminis vaizdas (pavyzdys su DN400 vamzdžiu).



**14 pav.** Prijungimo prie sąveikaujančio Compact Pipe vamzdžio pavyzdys.

## 4. Hidrauliniai apskaičiavimai

### 4.1 Tekėjimo formulės

Hidraulinio požūriu Compact Pipe vamzdžiai gali būti laikomi įprastiniais PE vamzdžiais, puikiomis eksploatacinėmis savybėmis pasižyminčiais dėl vidinio paviršiaus lygumo. Siekiant pasirinkti rentabiliausią atnaujinimo būdą, būtina nustatyti reikiamą vamzdžio pralaidumą. Tam panaudojamos pateiktosios formulės.

Pagrindinis tėkmės sąryšis išreiškiamas *nenutrūkstamumo lygtimi*:

$$Q = v \cdot (\pi/4) \cdot D_i^2; \quad (2)$$

čia:

Q – srautas (debitas), m<sup>3</sup>/s;

v – tekėjimo greitis, m/s;

D<sub>i</sub> – vidinis vamzdžio skersmuo, m.

Skysčio charakteristikos išreiškiamos *Reinoldso skaičiumi*:

$$Re = v \cdot D_i / \mu; \quad (3)$$

čia:

μ – kinematinė skysčio klampa, m<sup>2</sup>/s.

Hidrauliniai kelio nuostoliai (spūdžio netektis) skaičiuojami pagal *Darsi-Weisbacho formulę*:

$$i = \lambda \cdot v^2 / (2g \cdot D_i) \quad (4)$$

čia:

i – kelio 1 m slėgio nuostoliai, m/m, arba: x 100 (%);

λ – hidraulinės trinties koeficientas;

g – gravitacijos konstanta, m/s<sup>2</sup>.

Trinties koeficientas paskaičiuojamas pagal *Kolbruko-Whiteo lygtį*:

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \lg [(2,51 / (Re \sqrt{\lambda})) + ((k / D_i) / 3,71)] \quad (5)$$

čia:

k – absoliutusias vamzdžio sienelės šiurkštis, m;

k / D<sub>i</sub> – santykinis šiurkštis.

Pastaba. Šia teorija taip pat grindžiamas standartas [1].

Šiurkščio k reikšmės pateikiamos 6 lentelėje (šaltinis – KIWA) pagal medžiagą.

**6 lentelė. Vamzdynų vamzdžių sienelių šiurkštis.**

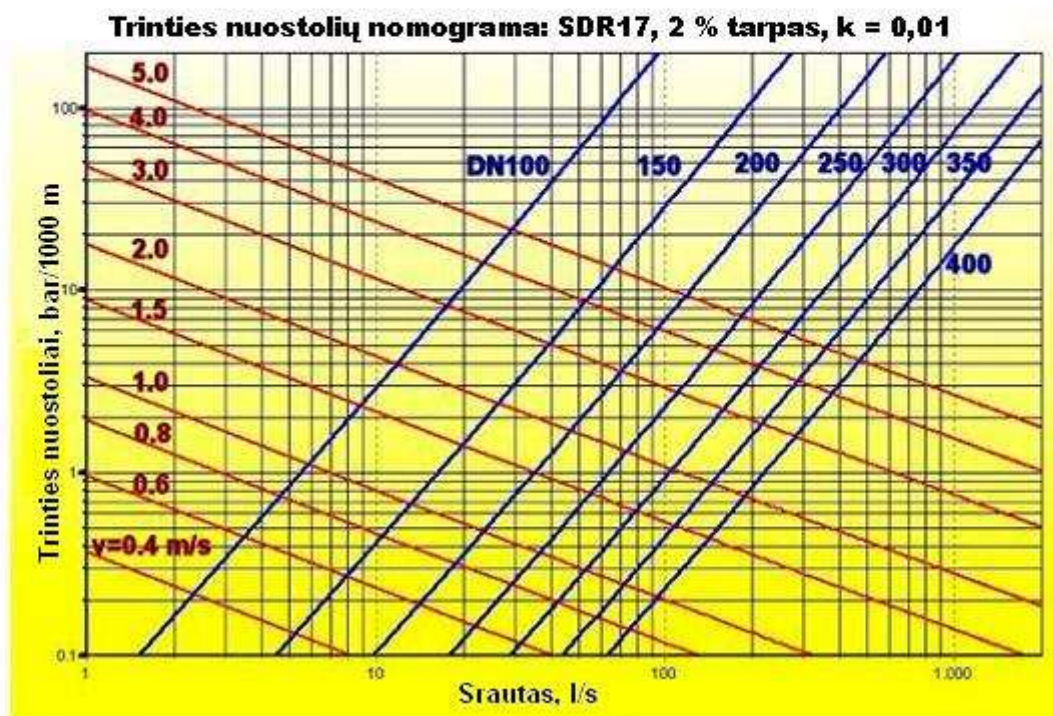
Vamzdžio tipas ir būklė	k, mm
Termoplastikinis vamzdis	0,01
Lygus asbestcementis	0,02
Naujas plieninis vamzdis, naujas vamzdis iš įtemptojo gelžbetonio	0,05
Asbestcementinis vamzdis, naujas cinkuotas plienas	0,10
Mažai koroduotas plieninis vamzdis	0,20
Koroduotas plieninis vamzdis, cemento skiediniu viduje padengtas vamzdis, naujas ketinis vamzdis	0,50
Daugiau koroduotas plieninis vamzdis, ketiniai vamzdžiai su nedideliais kauburėliais	1,00
Stipriai koroduotas plieninis vamzdis, stipriai koroduotas ketinis vamzdis	2,00
Labai stipriai koroduotas plieninis vamzdis, ketinis vamzdis su labai dideliais kauburėliais	5,00

### 4.2 Tėkmės nomogramos

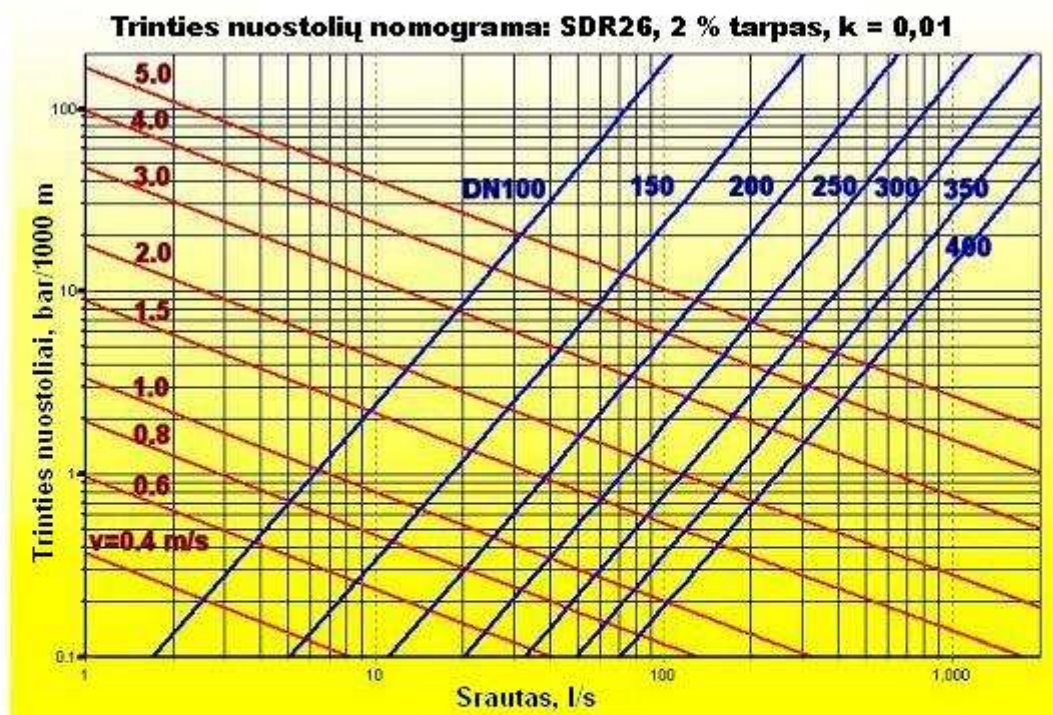
Pirmiau pateiktos formulės suteikia galimybę pagal vardinį Compact Pipe vamzdžio skersmenį ir numatomą srautą nustatyti, kokie bus tekėjimo greitis bei trinties nuostoliai. 15 ir 16 pav. pateikti skaičiavimų rezultatai, taikomi standartinių dydžių Compact Pipe vamzdžiams. Kreivės pažymėtos vardiniu vamzdžio skersmeniu, bet apskaičiuotos pagal vidinį vamzdžio skersmenį, todėl vamzdžių pralaidumą įmanoma nustatyti tiesiog, neatliekant interpoliavimo tarp kreivių.

Pavyzdys.  
DN250 vamzdžio vidiniam aptaisymui naudojamas Compact Pipe SDR17 vamzdis, reikiamas srautas  $Q = 40 \text{ l/s}$  ( $= 144 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

Iš 15 pav. nustatome: tekėjimo greitis  $v = 1,1 \text{ m/s}$ ; slėgio nuostoliai (spūdžio netektis)  $i = 0,43 \text{ bar/km}$ .



**15 pav.** Compact Pipe SDR17 vamzdžių srauto nomograma, kai  $k = 0,01 \text{ mm}$ , tarpas 2 %.



**16 pav.** Compact Pipe SDR26 vamzdžių srauto nomograma, kai  $k = 0,01 \text{ mm}$ , tarpas 2 %.



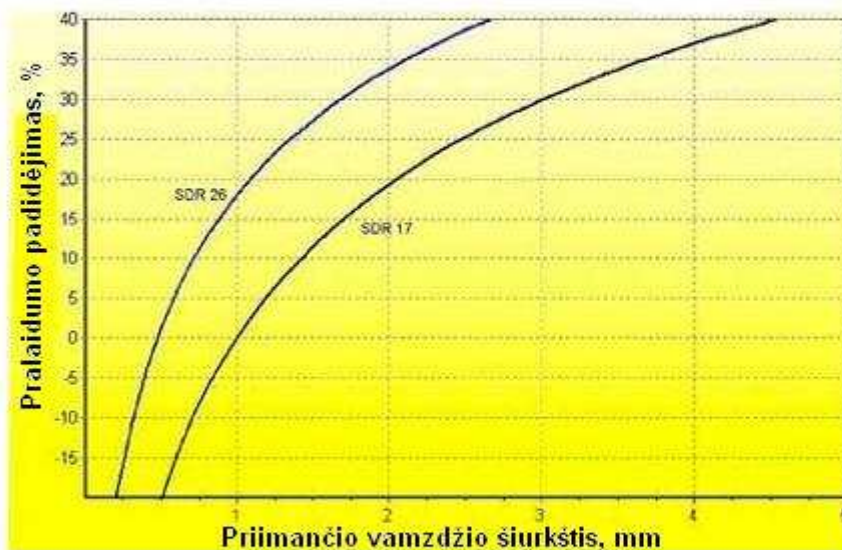
### 4.3 Compact Pipe sistemos efektas

Projektuojant reikia atsižvelgti į vidinio paviršiaus lygumo hidrauliniu požiūriu ir ištisumo, būdingų aptaisymo sistemai, naudą. 17 pav. pavaizduota, kaip kinta pralaidumas dėl vidinio aptaisymo Compact Pipe SDR17 ir SDR26 vamzdžiais, palyginti su priimančiu vamzdžiu, jeigu tekėjimo greitis lygus 1 m/s, žiedinis tarpas 2 %, šiurkštis  $k = 0,01$  mm.

Iš šio grafiko galima padaryti, pavyzdžiui, tokią išvadą. Į ketinį vamzdį su nedideliais kauburėliais ( $k = 1$  mm) įkišus storasienį Compact Pipe SDR17 vamzdį, pralaidumas nesikeičia. Jeigu ketinis vamzdis stipriai koroduotas ( $k = 2$  mm), įkišus tokį patį storasienį Compact Pipe SDR17 vamzdį, pralaidumas padidės net 20 %!

Akivaizdu, kad daugeliu atvejų vidinio skersmens praradimą ( $2 \times$  sienelės storis + tarpas) lengvai kompensuoja didesnis vidinio paviršiaus lygumas, o srautas tikriausiai didėja. Antra vertus, jeigu slėginiame vamzdyne numatomas toks pats srautas kaip senajame, tai trinties nuostoliai paprastai bus žymiai mažesni.

Šiame grafike nurodytos reikšmės taikomos vamzdžiams, bet ne sujungtims ir pan. Vamzdynams su sujungtimis būdingi ne tik pirmiau aptariami hidrauliniai kelio nuostoliai, bet ir nuostoliai



**17 pav.** Pralaidumo padidinimas panaudojus glaudžiai įkišamą PE aptaisą ( $k = 0,01$  mm) palyginti su esamu vamzdžiu priklausomai nuo senojo vamzdžio šiurkščio.

Pastaba. Vamzdžių šiurkščio reikšmės pateiktos 6 lentelėje.

(spūdžio netektis) jungliuose. Kai vidiniam tokio vamzdyno aptaisymui panaudojamas vientisinis plastikinis vamzdis be sujungčių, tai senosios ir naujosios sistemų hidraulinių nuostolių skirtumas bus net žymiai didesnis.

Be to, atnaujintame vamzdyne paprastai didėja siurblių efektyvumas. Pumpavimo išlaidos tiesiogiai siejamos su sandauga „trinties nuostoliai ( $i$ )  $\times$  srautas ( $Q$ )“. Esant reikiamam srautui aptaisyto vamzdyno trinties nuostoliai bus palyginti mažesni (kaip matyti iš pirmiau pateikto grafiko), todėl pumpavimo išlaidos sumažėja. Tai ne kartą įrodyta Compact Pipe vamzdžius panaudojant slėginiams vamzdynams.

Mikroorganizmų augimas (biologinės plėvelės susidarymas) ant vandens tiekimo sistemos sudedamųjų dalių paviršių yra tikėtinas, nepaisant naudojamos medžiagos. Vandens apdorojimas chloru ar kitomis medžiagomis šis augimas gali būti gerokai mažesnis. Vis dėlto, paprastai pripažįstama, kad biologinė plėvelė nedaro įtakos vandens, tekančio iš čiaupo, kokybei. Medžiagos, naudojamos Compact Pipe vamzdžių gamybai, remiantis atliktais bandymais buvo pripažintos tinkamos geriamojo vandens sistemoms.

Compact Pipe vamzdžiai atsparūs daugeliui chemikalų, įskaitant dažniausiai naudojamus vandens apdorojimui ir dezinfekavimui [1, 8].

### 5. Konstrukcijų projektavimas

Projektuojant slėginių vamzdinių aptaisus atskirai nagrinėtinas:

- 1) atsparumas vidinėms apkrovoms;
- 2) atsparumas išorinėms apkrovoms.

**1 punkto pastaba.** Nagrinėjant atsparumą vidinėms apkrovoms, išskiriami šie klausimai:

- vidinis hidrostatinis slėgis;
- skylių ir plyšių perdengimas;
- hidraulinis smūgis / neigiamas slėgis;
- šiluminė apkrova;
- dilimas.

**2 punkto pastaba.** Nagrinėjant atsparumą išorinėms apkrovoms, reikia atkreipti dėmesį į šiuos klausimus:

- Grunto ir transporto apkrova;
- klūpdymas (gruntinio vandens slėgis);
- grunto poslinkiai;
- sutelktosios apkrovos.

#### 5.1 Atsparumas vidinėms apkrovoms

##### 5.1.1 Vidinis hidrostatinis slėgis

Slėginiams vamzdiniams skirtų vamzdžių medžiaga ir SDR parenkami pagal eksploatacinio slėgio reikšmes, kaip nurodyta standartuose LST EN 1555 ir LST EN 12201 [2, 3].

Projektavimas atliekamas remiantis šiais duomenimis:

- vidinio slėgio ir medžiagos charakteristikų sąryšiu;
- taip pat geometrinėmis vamzdžio charakteristikomis.



Kai Compact Pipe vamzdis naudojamas kaip nepriklausomas aptaisas, didžiausias eksploatacinis slėgis  $P$  išreiškiamas *Barlow formule* (katilo formule):

$$P = 20 \cdot \sigma / (SDR - 1), \quad (6)$$

$$\sigma = MRS / c \quad (7)$$

čia:

$P$  – eksploatacinis slėgis, MPa;

$SDR$  – standartinis matmenų santykis;

$\sigma$  – tangentinis sienelės įtempis, MPa;

$MRS$  – mažiausias reikiamas stipris, MPa;

$c$  – skaičiavimo koeficientas.

Remiantis šiais reiškiniais sudaryta 7 lentelė.

**7 lentelė.** Didžiausias eksploatacinis slėgis įvairiomis sąlygomis.

Vamzdžio charakteristikos		Didžiausias eksploatacinis slėgis, bar	
PE tipas	SDR	Vanduo / Pramoniniai skysčiai $c = 1,25^*$	Dujos $c = 2,0^*$
PE80 (MRS8)	26	5,1	3,2
	17,6	8,0	4,8
	11	12,8	8
PE100 (MRS10)	26	6,4	4
	17	10	6
	11	16	10

\* mažiausios reikšmės tarptautiniuose standartuose.

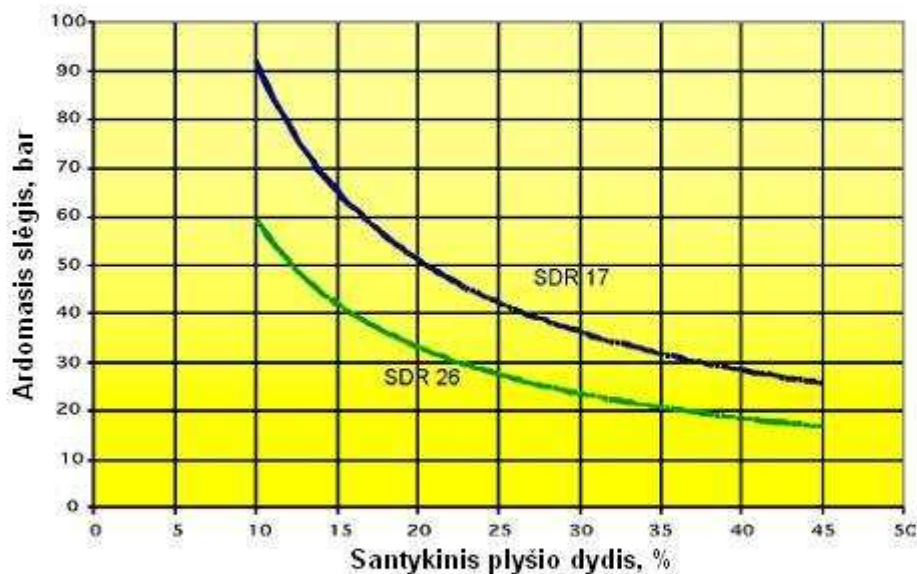
### 5.1.2 Skylių ir plyšių perdengimas

Kai Compact Pipe vamzdis naudojamas kaip nepriklausomas aptaisas, priimančiam vamzdžiui neatliekant atramos funkcijos. Tokiu atveju nėra svarbu nagrinėti Compact Pipe vamzdžių gebėjimą perdengti skyles ir plyšius. Bet tuo atveju, kai Compact Pipe vamzdis naudojamas kaip sąveikaujantis aptaisas, pavyzdžiui, didelio slėgio magistralėse, yra išnaudojamas priimančio vamzdžio atsparumas, nes Compact Pipe vamzdis vidinį slėgį perduoda priimančiam vamzdžiui. Jei šiuo atveju reikia perdengti didesnius plyšius (pvz., atvirose sujungtyse) arba skyles (pvz., nebenaudojamas atšakas), labai svarbu atsižvelgti į Compact Pipe vamzdžių gebėjimą perdengti tokius plyšius ir skyles esant dideliui vidiniam slėgiui. Atlikus eilės bandymų teorinę analizę, buvo nubraižyti skaičiavimo grafikai, kuriuose pavaizduota ardomojo slėgio priklausomybė:

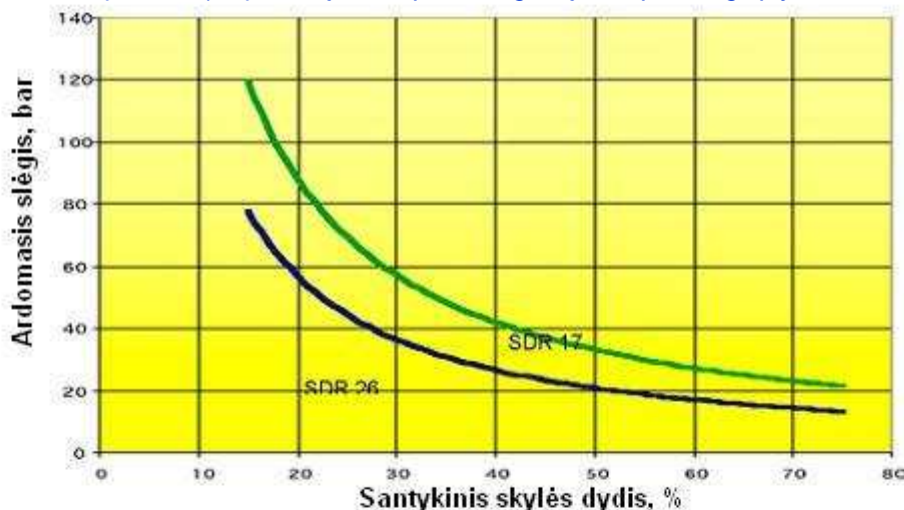
- nuo santykinio plyšio dydžio (plyšio pločio ir vamzdžio skersmens santykio) – žr. 18 pav.;
- nuo santykinio skylės dydžio (skylės matmens ir vamzdžio skersmens santykio) – žr. 19 pav.

### 5.1.3 Hidraulinis smūgis / neigiamas slėgis

Projektuojant slėginius vamzdinius reikia išnagrinėti hidraulinio smūgio galimybę. Jis gali įvykti sistemoje dėl bet kokios



18 pav. Compact Pipe PE100 vamzdžių, naudojamų kaip ilgalaikis (50 metų trukmei) sąveikaujantis aptaisas, gebėjimas perdengti plyšius.



19 pav. Compact Pipe PE100 vamzdžių, naudojamų kaip ilgalaikis (50 metų trukmei) sąveikaujantis aptaisas, gebėjimas perdengti skyles.

priežasties, dėl kurios staiga pakinta skysčio tėkmės greitis. Tai gali būti, pavyzdžiui, netikėtas siurblio sustabdymas arba labai greitas sklendės užvėrimas. Staiga pasikeitus greičiui kinetinė skysčio energija virsta slėgiu. Smūginė banga pradeda skliti išilgai vamzdžio sekdama neigiamu slėgiu. Dėl to gali būti pažeisti vamzdžiai ar kitos sistemos sudedamosios dalys.

### Hidraulinis smūgis

Slėgio banga sklinda labai dideliu greičiu, kuris priklauso nuo vamzdžio medžiagos rūšies – pavyzdžiui, PE vamzdžiuose jis lygus ~300 m/s, o plieniniuose ~1200 m/s. Slėgio bangos smailės reikšmė, kuri priklauso nuo vamzdžio medžiagos ir vamzdžio standžio, galima apskaičiuoti



pagal Žukovskio formulę:

$$\Delta p = 1 / (\sqrt{\rho \cdot (1/K + S_p)}) \cdot \Delta v / g \quad (8)$$

čia:

$\Delta p$  – slėgio smailė, MPa;

$\rho$  – vandens tankis = 1000 kg/m<sup>3</sup>;

$K$  – vandens spūdos modulis = 2000 MPa;

$S_p$  – vamzdžio standžio charakteristika;

$\Delta v$  – greičio kritimo (iki 0) reikšmė, m/s;

$g$  – gravitacijos konstanta, m/s<sup>2</sup>.

Vamzdžio standžio charakteristika skaičiuojama pagal formulę

$$S_p = (1 - \mu^2) / \{ E \cdot (D_i / e) \} \quad (9)$$

čia:

$\mu$  – Puasono koeficientas;

$E$  – vamzdžio tampros modulis, MPa;

$D_i$  – vidinis vamzdžio skersmuo, mm;

$e$  – vamzdžio sienelės storis, mm.

Slėgio smailės reikšmės, apskaičiuotos pagal šias formules įvairių rūšių vamzdžiams, nurodytos 20 pav. pateiktame grafike.

Šiame grafike matyti, kad staiga užvėrus sklendę susidaro slėgio smailės, kurios gali būti didelės ( $p = 12$  bar) plieniniuose vamzdžiuose, netgi palyginti plonuose. Antra vertus matyti, kad PE vamzdžiuose šios smailės nėra didelės, pavyzdžiui, SDR 26 vamzdyje  $p = 2$  bar, ir toks slėgio padidėjimas trunka tik sekundės daleles.



20 pav. Slėgio smailė dėl hidraulinio smūgio.

### Neigiamas slėgis

Dėl neigiamo slėgio, susidarant po slėgio smaile, vamzdis veikiamas deformacijos jėgų ir tam tikrų sąlygų gali suirti. Šio neigiamo slėgio, sekančio slėgio bangą, reikšmė pasiekia – 0,08 MPa = – 0,8 bar. Vis dėlto, suirti gali tik plonasieniai polietileniniai aptaisai ir tik tuomet, kai žiedinis tarpas pakankamai didelis, kad deformacija galėtų įvykti. Tokiu atveju konstrukcijoje turi būti vamzdinio vėdinimo priemonės, kad neigiamas slėgis negalėtų susidaryti. SDR 26 ar storesnių PE vamzdžių, net laisvai įkištų, saugos nuo suirimo koeficientas ne mažesnis kaip 2. Compact Pipe vamzdžių, glaudžiai (su žiediniu tarpu, neviršijančiu 2 %) įkišamų į senąjį vamzdinį, saugos nuo didžiausio (pagal absoliučią reikšmę) įmanomo neigiamo slėgio koeficientas ne mažesnis kaip 8, kai SDR = 26, jau nekalbant apie SDR17 vamzdžius. Compact Pipe vamzdžiai negali suirti dėl momentinio neigiamo slėgio susidarymo.

### 5.1.4 Šiluminė apkrova

Jeigu vamzdžio medžiaga bus veikiamą aukštesne nei 20 °C temperatūra, gali prireikti sumažinti leidžiamą slėgį. Toliau pateiktoje lentelėje nurodytos leidžiamųjų slėgių sumažinimo daugikliai PE 80 ir PE 100 vamzdžiams pagal standartą LST EN 12201 [3].

8 lentelė. Temperatūros įtaka leidžiamajam slėgiui

Temperatūra, °C	Leidžiamojo slėgio sumažinimo daugiklis*
20	1,00
30	0,87
40	0,74
* Kitoms temperatūroms leidžiama atlikti interpoliavimą tarp viena po kito einančių daugiklio reikšmių.	

Pastaba. Jeigu temperatūra žemesnė nei 20 °C, galima padidinti leidžiamą slėgio reikšmę, tačiau taip paprastai nedaroma, nes laikoma, jog šiuo atveju saugos koeficientas leidžiamojo slėgio atžvilgiu net didėja.

### 5.1.5 Dilimas

Aišku, kad dilimas priklauso nuo transportuojamo skysčio ir (arba) srutų, bet taip pat ir nuo vamzdžio medžiagos. Tyrimai parodė, kad panaudojant plastikinius vamzdžius, ypač pagamintus iš polietileno, gaunami žymiai geresni rezultatai nei panaudojant vamzdžius, pagamintus iš tradicinių medžiagų. 9 lentelėje pateikti vidutiniai kelių bandymų rezultatai [31], iš kurių matyti, kad esamus vamzdynus viduje aptaisius PE vamzdžiu atsparumas dilimui bus didesnis.

9 lentelė. Įvairių medžiagų dilimas.

Medžiaga	Absoliutusias dilimas, $\mu\text{m}$	Dilimas palyginti su PE
PE	0,17	
PVC	0,75	4,4 x
plienas	1,72	10 x
ketus	2,09	12 x
keramika	4,31	23 x
betonas	15,90	94 x
asbestcementis	17,28	102 x

## 5.2 Atsparumas išorinėms apkrovoms

### 5.2.1 Grunto ir transporto apkrova

Nors paprastai slėginiuose vamzdynuose išorinės apkrovos, veikiančios Compact Pipe vamzdžius, išlaiko vidinis slėgis, gali būti tokių laikotarpių, ypač iš karto po įrengimo (iki pradedamas atnaujinto vamzdyno eksploatavimas), kai šio išlaikančio slėgio nėra. Jeigu PE vamzdžiai laisvai pakloti žemėje, tai nagrinėjant atsparumą išorinėms apkrovoms paprastai reikia atsižvelgti į įlinkį ir stabilumą.

Jeigu PE vamzdžiai uždengti apvalkalu, kaip glaudžiai įkišti aptaiso vamzdžiai priimančiuose vamzdžiuose, įlinkis vargu ar nagrinėtinas.

Darbo projektą galima parengti taikant skaičiavimo metodus, pavyzdžiui, aprašytus Vokietijos norminiuose dokumentuose ATV-A 127 ir ATV-M 127-2 [12, 13]. Šiuose dokumentuose detalai nagrinėjamos įvairių rūšių apkrovos, tarp jų grunto ir transporto apkrovos, gruntinio vandens slėgis ir priimančio vamzdžio sudaroma atrama (priklausomai nuo aptaiso įkišimo glaudumo).

Šių skaičiavimo metodų pritaikymas leidžia suformuluoti tokias praktines taisykles:

- kai esamas vamzdynas dengiamas stabilus, sutvirtinto grunto sluoksniu, kurio storis virš vamzdyno mažesnis negu 5 m, o gruntinio vandens lygis ne daugiau kaip 4 m virš vamzdyno, panaudojant SDR 26 vamzdžius gaunamas patvarus, ilgaamžis (> 50 metų) sprendimas;
- jeigu esamam vamzdynui gresia rimtesnės pažaidos, reikalingas storesnis aptaisas – SDR 17. Tokio dydžio vamzdžiai paprastai išlaiko pastovų slėgį, sudaromą gruntinio vandens, kurio lygis gali siekti iki 10 m virš vamzdyno.

#### 5.2.2 Klupdymas

Į klupdymo (suirimo) pavojų paprastai reikia atsižvelgti tais atvejais, kai neslėginis vamzdynas (ilgą laiką) veikiamas gruntinio vandens slėgio bei yra didelis tarpas tarp naujojo ir senojo vamzdžių (laisvasis įkišimas). Jei vamzdį veikia tokia apkrova, reikia patikrinti, ar išorinis slėgis yra mažesnis negu leidžiamasis.

Kai slėginiams vamzdynams naudojami Compact Pipe vamzdžiai, toks pavojus neįkyla. Vamzdyje esantis vidinis slėgis sudaro daugiau negu pakankamą pasipriešinimą gruntinio vandens slėgiui. O tais trumpalaikiais periodais, kai vamzdynas yra tuščias (pvz., einamosios priežiūros darbams atlikti), Compact Pipe SDR17 ir SDR26 vamzdžių stipris yra daugiau negu pakankamas tokiems slėgiams išlaikyti.

1 pastaba. Net ištisiniai neslėginiai vamzdynai iš Compact Pipe SDR17 ir SDR26 vamzdžių, suprojektuoti remiantis ilgalaikiu (valkšnumo)

E modulių, gali išlaikyti didelius gruntinio vandens slėgius ir tais atvejais, kai priimančias vamzdis neatlieka atramos funkcijos.

2 pastaba. Aptaisančio vamzdžio suirimo pavojų (kai vamzdynas yra ištuštintas) reikia išanalizuoti projektuojant vamzdyną iš glaudžiai įkišamų PE polietileninių vamzdžių, pvz., iš Compact SlimLiner tipo.

#### 5.2.3 Grunto poslinkiai

Grunto poslinkius gali sukelti, pavyzdžiui, nusėdimas ir šalimas. Plastikiniai vamzdžiai dėl savo lankstumo prie šių poslinkių prisitaiko nepažeidžiami. Standūs vamzdžiai, priešingai, dėl per didelių apkrovų gali įtrūkti ir galiausiai suirti.

Plastikiniai vamzdžiai, pagaminti iš termoplastikų, kuriems priskiriamas polietilenas, šiuo požiūriu turi aiškių privalumų palyginti su vamzdžiais, pagamintais iš termoreaktyviųjų medžiagų. Polietilenas gali išlaikyti didelius įtempius nesuyrant vamzdžio sienelės struktūrai.

Visada yra išimčių (pvz., stiprūs žemės drebėjimai), bet paprastai Compact Pipe vamzdžiai gerai išlaiko grunto poslinkius. Iš A klasės aptaisų juos derėtų laikyti turinčiais puikias savybes šiuo požiūriu.

Pastaba. Pavyzdžiui Lenkijos anglių gavybos institutas Compact Pipe vamzdžius specialiai patvirtino darbui pavoje zonos.

#### 5.2.4 Sutelktosios apkrovos

Kai aptaiso vamzdis yra sumontuotas, sutelktosios apkrovos gali atsirasti tik dėl apgaubiamųjų vamzdžių nelygumų, įskaitant ir išsikišančias atšakas. Tokius nelygumus reikia pašalinti prieš įtraukiant aptaisą (žr. 6.2 skirsnį).

Vis dėlto tam tikromis sąlygomis gali susidaryti sutelktoji apkrova. Todėl būtų naudinga žinoti, kad polietileniniai vamzdžiai, įskaitant Compact Pipe vamzdžius, su tokiomis sutelktosiomis apkrovomis susidoroja daug geriau, nei vamzdžiai iš bet kurių kitų medžiagų.

## 6. Parengiamieji darbai prieš montuojant

### 6.1 Prieiga prie vamzdyno

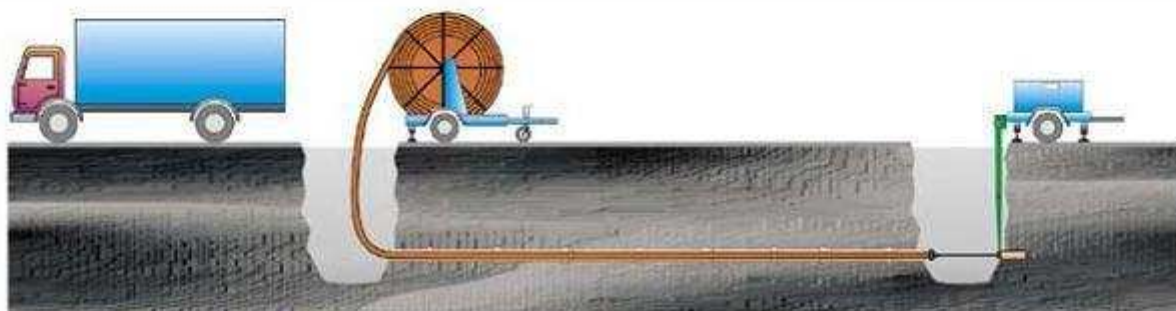
Į slėginius vamzdynus Compact Pipe vamzdžiai paprastai traukiami pro nedidelius iškastus prieduobius.

Jeigu galima prieiti pro esamus apžiūros šulinėlius (pvz.,

nuotakynuose), kasimo darbų galima visiškai išvengti.

Jei įmanoma, įvadinis prieduobis turi būti aukščiausiam atnaujinamos vamzdyno atkarpos taške, o galinis prieduobis – žemiausiam.

Vamzdyno krypties kitimo vietose, jeigu posūkio spindulys mažesnis negu leidžiamas Compact Pipe vamzdžiams (žr. 3.4 skirsnį), reikia iškasti tarpinius prieduobius.

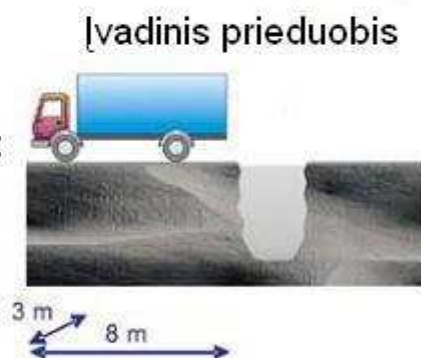


Visos montavimo įrangos išdėstymas

Padėtis įtraukimo metu:



Padėtis formos grąžinimo metu:



21 pav. Įrangos išdėstymas ir padėtis atliekant montavimą.



Nustatant prieduobių dydžius, reikia nepamiršti, kad jų ilgis pirmiausia priklauso nuo erdvės, reikalingos Compact Pipe vamzdžiui prijungti prie esamo vamzdyno.

Praktinė taisyklė:

$L = 10 \times \text{vamzdžio skersmuo} + \text{erdvė, reikalinga jungliams ir papildomiems įrenginiams (pvz., sklendėms)}$

## **6.2 Valymas ir patikrinimas**

Praktiškai įrodyta, kad vamzdžių inkrustacijai pašalinti tinka tokios mechaninio valymo priemonės, kaip aukšto slėgio srovė, nuotoliniu būdu valdomi frezavimo įrenginiai, velkami vieliniai šepetčiai, grandinės ir grandikliai.

Jeigu valomoje vamzdyno atkarpoje yra kitokių teršalų, kaip derva, išsikišantys sujungčių rumbeliai, sandarinimo derva ir kitos sandarinimo priemonės, skystos ar sutirštėjusios, drauge su vamzdyno savininku reikia patikrinti, ar šios nuosėdos turės įtakos aptaisymui naudojamų vamzdžių ilgaamžiškumui (prireikus pasiteiraukite Wavin). Jei cheminio poveikio išvengti neįmanoma, tokias nuosėdas reikia pašalinti.

Jei atnaujintiname vamzdyną yra vandens balelių (vandens maišelių), arba numatoma, kad jų susidarys, vamzdyną reikia ištuštinti po išvalymo. Šiam tikslui tinka kempininiai ar diskiniai grandikliai.

Visas vamzdyną kyšančias dalis reikia pašalinti.



**22 pav.** Valymo ir patikrinimo įrenginiai.

Reikia įsitikinti, kad esamas vamzdynas tinkamai išvalytas ir Compact Pipe vamzdis nebus pažeistas traukiant. Tam atliekama apžiūra televizijos kameromis. Siekiant patikrinti, ar vamzdyno skerspjūvis pakankamai didelis, jis papildomai išmatuojamas kalibru.

Pastaba. Jeigu apžiūrint nustatomos kliūtys, pavyzdžiui, išsikišančios atšakų dalys, jas reikia pašalinti panaudojant nuotoliniu būdu valdomus frezavimo įrenginius.

## 7. Dažnai užduodami klausimai (DUK)

### 1. Koks didžiausias montuojamos atkarpos ilgis?

Didžiausias montuojamos Compact Pipe vamzdžio atkarpos ilgis priklauso nuo vamzdžio skersmens, kaip nurodyta 2 lentelėje. Pavyzdžiui, atnaujinant 10 bar DN200 vamzdyną, Compact Pipe vamzdžio atkarpos ilgis gali būti iki 400 m (nuo standartinio būgno).

### 2. Kiek trunka montavimas?

Visa montavimo trukmė daugiausiai priklauso nuo skersmens, arba, tiksliau, nuo Compact Pipe vamzdžio sienelės storio.

Pavyzdžiui, esant optimalioms visoms sąlygoms, DN150 vamzdžio 400 m ilgio atkarpai sumontuoti gali prireikti 7–8 valandų, o DN400 vamzdžio 400 m ilgio atkarpai 12–14 valandų, tačiau tai labai priklauso nuo statybvietės sąlygų.

### 3. Kokios yra atnaujinimo naudojant Compact Pipe vamzdžius išlaidos?

Labai sunkus klausimas ir paprastai atsakyti neįmanoma. Kiekviena atnaujintino vamzdyno atkarpa turi savo ypatumų, kurie gali turėti esminės įtakos galutinėms montavimo išlaidoms.

Galima nurodyti vienus svarbiausių veiksnių:

- vamzdyno prieinamumas ir (arba) gylis bei gruntinis vanduo;
- vidaus sąlygos, ašių nesutapimas, purvas ir kliūtys;
- posūkiai ir atšakos;
- projekto apimtis ir įmanomi atkarpų ilgiai;
- vamzdyno skersmuo.

Todėl nėra įmanoma nurodyti jokių orientacinių pagrindinių projekto biudžeto išlaidų. Rangovai orientacinę bendrąją išlaidų sumą pateiks tik po to, kai gaus detales pradinius duomenis projektavimui (įskaitant patikrinimo rezultatus) ir apsilankys statybvietėje.

### 4. Kaip prijungiamos atšakos po vamzdžio sumontavimo?

Aišku, kad tai turi būti atlikta po tam tikro laiko, atlikus montavimo darbus, ir Compact Pipe vamzdžiui esant priimančio vamzdžio viduje. Pirma laikantis visų įmanomų atsargumo priemonių, kad nebūtų pažeistas viduje esantis Compact Pipe vamzdis, reikia pašalinti priimančio vamzdžio dalį. Galima įpjauti ne daugiau kaip 10 % sienelės storio. Tai buvo įrodyta tipo bandymais. Trapias medžiagas, kaip ketus, pašalinti

palyginti paprasta, bet plieno ar stipriojo (kaliojo) ketaus atveju reikia visiškai prapjauti priimančią vamzdį. Šiam tikslui buvo suprojektuotas pneumatiskai varomas tiksliai nustatomas pagal gylį angų rėžtuvas, kurio tinkamumas buvo įrodytas. Informacijos šiuo klausimu galima gauti paprašius.



Specialiems iš viršaus prilydomiems balnams sumontuoti turi būti naudojama tinkama surinkimo įranga. Informacijos šiuo klausimu galima gauti paprašius. Po to balnas prilydomas įprastiniu būdu.





## **8. Nuorodos**

### **8.1 Standartai, reikalavimai, reglamentai ir sistemų specifikacijos**

1. LST EN 805:2004 Vandentieka. Lauko sistemos ir jų dalys. Reikalavimai.
2. LST EN 1555-2:2010 Plastikinių vamzdynų sistemos dujiniam kurui tiekti. Polietilenas (PE). 2 dalis. Vamzdžiai.
3. LST EN 12201-2:2011 Vandentiekio ir slėginio drenažo bei nuotakyno plastikinių vamzdynų sistemos. Polietilenas (PE). 2 dalis. Vamzdžiai.
4. LST EN 12007-4:2012 Dujų tiekimo infrastruktūra. Ne didesnio kaip 16 bar didžiausiojo eksploatacinio slėgio vamzdynai. 4 dalis. Specialieji funkciniai reikalavimai, keliami atnaujinimui.
5. LST EN 13689:2003 Plastikinių vamzdynų sistemų, naudojamų renovacijai, projektavimo ir klasifikavimo vadovas.
6. LST EN ISO 11298-1:2011, -3:2011 Plastikinių vamzdynų sistemos požeminiams vandens tiekimo tinklams atnaujinti. 1 dalis. Bendrieji dalykai (ISO 11298-1:2010), 3 dalis. Vidinis aptaisymas įkišant vamzdžius (ISO 11298-3:2010).
7. LST EN 14408-1:2005, -3:2005 Plastikinių vamzdynų sistemos požeminiams dujų tiekimo tinklams atnaujinti. 1 dalis. Bendrieji dalykai, 3 dalis. Vidinis aptaisymas įkišant vamzdį.
8. ISO/TR 10358:1993 Plastics pipes and fittings – Combined chemical-resistance classification table (ISO techninė ataskaita Plastikiniai vamzdžiai ir jungliai. Suvestinė klasifikavimo pagal cheminį atsparumą lentelė).
9. LST EN ISO 11295:2010 Atnaujinimui naudojamų plastikinių vamzdynų sistemų klasifikavimas ir projektavimui skirta informacija (ISO 11295:2010).
10. ISO 11299-1:2011 Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks - Part 1: General (Plastikinių vamzdynų sistemos požeminiams dujų tiekimo tinklams atnaujinti. 1 dalis. Bendrieji dalykai).
11. ISO 11299-3:2011 Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks - Part 3: Lining with close-fit pipes (Plastikinių vamzdynų sistemos požeminiams dujų tiekimo tinklams atnaujinti. 3 dalis. Vidinis aptaisymas įkišant vamzdžius).
12. ATV - A127 Statische Berechnung von Abwasserkanälen. (Vokietijos bendroji techninė specifikacija Statinis nuotakynų skaičiavimas).
13. ATV - M127-2, " Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren (Vokietijos bendroji techninė specifikacija Statinis skaičiavimas atnaujinant nuotakynus aptaisymo ir surinkimo būdu).
14. Wavinorm 303-W Compact Pipe for pressure applications; part W, water applications, 2004 (Įmonių grupės Wavin normos Compact Pipe vamzdžiai, skirti naudojimui esant slėgiui. W dalis. Naudojimas vandeniu).
15. Wavinorm 303-G Compact Pipe for pressure applications; part G, gas applications, 2004 (Įmonių grupės Wavin normos Compact Pipe vamzdžiai, skirti naudojimui esant slėgiui. G dalis. Naudojimas dujomis).
16. Wavin "Compact Pipe Operational Manual for Pressure pipe applications", 2006 (Compact Pipe sistemos naudojimo esant slėgiui vadovas).

## 8.2 Kitos publikacijos

17. Alferink, F., "The design of buried thermoplastics pipes" (Termoplastikinių vamzdžių, skirtų naudojimui užkasti žemėje, projektavimas), Pipes '99, Wagga Wagga, 1999.
18. Alferink, F., "Soil-pipe interaction: a next step in understanding and suggestions for improvements for design methods" (Grunto ir vamzdžio sąveika: kitas žingsnis siekiant suprasti ir pasiūlymai dėl projektavimo metodų tobulinimo), Plastics Pipes XI, Munich, 2001.
19. Alferink, F., "Buried plastics chambers performance" (Užkastų žemėje plastikinių šulinių funkcionavimas), Plastics Pipes XIII, Washington, 2006.
20. Boot, J.C./ Guan, Z.W./ Toropova, I.L., "Structural design of thin-walled polyethylene pipe linings for water mains" (Plonasienių polietileninių vamzdžių vandentiekio tinklo konstrukcijų projektavimas), Plastics Pipes IX, Göteborg 1995.
21. Elzink W.J./ Schuurmans J., "Lining with Plastics Pipes - Experiences from Europe." (Vidinis aptaisymas plastikiniams vamzdžiais – patirtis iš Europos), Trenchless Asia, ISTT Conference, Singapore, 1995.
22. Elzink, W.J., "The need for pipeline rehabilitation" (Vamzdynų atnaujinimo poreikis), Plastics Pipes XI, Munich 2001.
23. Elzink, W.J., "Quality assurance of Close-fit Liners" (Glaudžiai įkišamų vidinių aptaisų kokybės užtikrinimas), Trenchless Egypt, ISTT Conference, Cairo, 2001.
24. Elzink, W.J., "Compact Pipe and Neofit – Quality in pipeline rehabilitation" (Sistemos Compact Pipe ir Neofit – kokybė naudojant vamzdynų atnaujinimui), International Conference on Tunnelling & Trenchless Technology, Kuala Lumpur, 2006.
25. Elzink, W.J., "Compact Pipe – Experience in the Far East" (Sistema Compact Pipe – patirtis Tolimuosiuose Rytuose), Trenchless Asia, Shanghai, 2006.
26. Elzink, W.J., "Close-fit Lining of Pressure Pipelines – Quality Assurance and Application" (Slėginių vamzdynų vidinis aptaisymas glaudžiai įkišant vamzdžius – kokybės užtikrinimas ir montavimas), XXIVth International NO-DIG Conference, Brisbane, 2006.
27. Elzink, W.J., "Thermoplastic pipes and their use in Trenchless Technologies" (Termoplastikiniai vamzdžiai ir jų panaudojimas betranšėjams technologijoms), Trenchless Middle East Conference, Dubai, 2007.
28. Elzink, W.J., "Lining of pressure pipelines with close-fit pipes" (Slėginių vamzdynų vidinis aptaisymas glaudžiai įkišant vamzdžius), Trenchless Middle East Conference, Dubai, 2007.
29. Elzink, W.J., "Trenchless replacement with dedicated PE pipes" (Betranšėjis pakeitimas specialiais polietileniniais vamzdžiais), Trenchless Middle East Conference, Dubai, 2007.
30. Gumbel, J./ Elzink, W.J./ Heavens, J., "The rehabilitation of pressure pipelines: Key issues in the design and selection of renovation technologies" (Slėginių vamzdynų atstatymas. Projektavimo ir atnaujinimo technologijų pasirinkimo pagrindinės problemos), XXIth. International NO-DIG Conference, Hamburg, 2004.
31. Janson, L. "Plastics pipes for water supply & sewage disposal" (Plastikiniai vamzdžiai vandentiekui ir nuotakynams), Stockholm, 1999.
32. Jones, D. "Structural lining using Compact Pipe" (Konstrukcinis vidinis aptaisymas panaudojant Compact Pipe sistemą), XXIVth International NO-DIG Conference, Brisbane, 2006.
33. Wróblewska, A./ Kwietniewski, M./ Roszkowski, A., "Development of the pipeline market in Poland illustrated by Compact Pipe" (Vamzdynų rinkos plėtojimas Lenkijoje iliustruojant Compact Pipe sistemą), Plastics Pipes XI, Munich 2001.
34. Wróblewska, A./ Roszkowski, A., "Renovation of 2.4 km stretch of 2.5MPa gas pipeline using Compact Pipe technology" (2,5 MPa dujotiekio 2,4 km atkarpos atnaujinimas panaudojant Compact Pipe technologiją), Plastics Pipes XIII, Washington 2006.
35. Wróblewska, A./ Drzewiecki, St./ Kwietniewski, M., "Plastics pipes play a major role in rehabilitating the water and sewer system in Bydgoszcz, Poland" (Plastikiniai vamzdžiai turi didelės reikšmės atnaujinant vandens ir nuotekų sistemą Bydgoščiuje, Lenkija), Plastics Pipes XIII, Washington 2006.

**Informacinio pobūdžio konkurso dokumento forma**

Toliau pateikiamas tekstas, kuriuo galima pasinaudoti rengiant konkurso dokumentą.  
Į jį įtraukti tik su techniniais klausimais siejami skyriai.  
Apmokėjimo sąlygos, atsakomybė, garantijos ir tinkamumo patikrinimas įvairiose šalyse (juridiškai) gerokai skiriasi, todėl atitinkami skyriai į šį projektą neįtraukti.

Pastaba. Šiame dokumente nuorodos į nacionalinius reglamentus ir standartus pateikiamos kaip pavyzdžiai. Jais reikia pakeisti nuorodomis į atitinkamus nacionalinius norminius dokumentus. Ypatingą dėmesį derėtų atkreipti į suvirinimo elektriniu lydymu reglamentus, nes čia nurodytos įšilimo trukmės gali skirtis nuo taikomų kitose šalyse.

Projektas:	
Vamzdyno savininkas:	
Planavimas ir priežiūra:	
Vieta, data:	

### 1. Bendrieji reikalavimai

#### 1.1 Galiojantys norminiai dokumentai

Iš esmės, darbui atlikti, kaip aprašoma, taikomi visi su šia veikla siejami galiojantys standartai ir taisyklės, tarp jų:

##### EN 805

Water supply – requirements for systems and components outside buildings (Vandentieka – reikalavimai, keliami lauko sistemoms ir jų dalims).

##### EN 14409

Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks - Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes (Plastikinių vamzdinių sistemos požeminiams vandens tiekimo tinklams atnaujinti. 1 dalis. Bendrieji dalykai, 3 dalis. Vidinis aptaisymas įkišant vamzdį).

##### EN 14408

Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks - Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes (Plastikinių vamzdinių sistemos požeminiams dujų tiekimo tinklams atnaujinti. 1 dalis. Bendrieji dalykai, 3 dalis. Vidinis aptaisymas įkišant vamzdį).

##### DVGW working sheet GW 320/II

Rehabilitation of gas and water pipelines with PE-HD pipes through relining processes without ring area; requirements, quality control and testing (Vokietijos dujų ir vandens technikos ir mokslo

asociacijos darbinis dokumentas GW 320/II Dujų ir vandens vamzdinių atstatymas aptaisant iš vidaus vamzdžiais, pagamintais iš didelio tankio polietileno, be žiedinės zonos. Reikalavimai, kokybės kontrolė ir bandymai).

##### DVS-guidelines 2207/2208

parts 1: Welding of thermoplastics; heated tool welding of pipes, pipeline components and sheets made of PE-HD / Machines and equipment (Vokietijos suvirintojų draugijos taisyklės 2207/2208: 1 dalis. Termoplastikų suvirinimas. Vamzdžių, vamzdinių sudedamųjų dalių ir plokščių, pagamintų iš PE-HD, suvirinimas įkaitintu įrankiu / Mašinos ir įranga).

#### 1.2 Papildomos

##### statybvietės taisyklės

Statybvietės nužymėjimas turi būti atliktas pagal nacionalines „Bendrąsias statybos darbų vykdymo sutarties sąlygas“, kaip aprašyta standarto DIN 1961 § 3 ir standarto DIN 18300 4.101 punkte.

Rangovas prisiima atsakomybę už kartu vykdomus papildomus darbus pagal „Bendrąsias technines taisykles“. Sistemos savininkas parengia rangovui prieinamus išdėstymo planus ir – prireikus – altitudžių planus, pagal kuriuos atliekamas nužymėjimas. Rangovas turi nuolat įsitikinti nužymėjimo tikslumu.

Atliekant montavimo darbus, būtina laikytis atitinkamų apsaugos nuo nelaimingų atsitikimų taisyklių, leidžiamų profesinių sąjungų, kelių eismo taisyklių ir darbų atlikimo vietų keliuose apsaugos taisyklių.

#### 1.3 Prieduobių įrengimas

##### 1.3.1 Grunto kasimas

Priedubiai turi būti stabilūs. Išlaidos, siejamos su papildomais darbais dėl iškasos sienų griuvimo arba su pakartotiniu prieduobių valymu, neatlyginamos. Jei iškasami per gilūs priedubiai, juos iki reikiamo aukščio reikia užpilti sutankinus tinkamu tvirtu užpildu; su šiais darbais siejamos papildomos darbo ir laiko sąnaudos neapmokamos.

##### 1.3.2 Paviršinis vanduo

Rangovas turi įsitikinti, kad paviršinis vanduo, nutekantis prie prieduobių, nepadarys jokios žalos. Priedubius kasant skersai stačiuose atkalniuose būtina imtis ypatingų priemonių, suderintų su vamzdinio savininku ir jo apmokamų.

#### 1.4 Statybvietės aplinka

Prieš pradėdamas darbus visi viešieji keliai ir aikštelės bei privatūs objektai, kuriems turės įtakos darbai, turi būti aplankyti su savininkais, ir visos pastabos bei susitarimai turi būti sudaryti raštiška forma. Tam sugaištas laikas ir išlaidos neatlyginamos.



Esama būklė turi būti nustatyta, paaiškinta raštu ir patvirtinta abiejų šalių parašais. Vieną šių dokumentų egzempliorių gauna vamzdyno savininkas. Į šiuos dokumentus turi būti taip pat įtraukti visi keliai ir privatūs objektai, kurie yra už darbo zonos ribos, bet gali būti paveikti statybvietėje atliekamų darbų ir transporto. Prieš pradėdant darbus visą zoną kartu su savininkais (ar jų atstovais ir (arba) nuomininkais) apžiūri neutralus vertintojas, rangovas ir vamzdyno savininkas, kad būtų įmanoma įvertinti žalą užbaigus darbus.

Žala, padaryta darbų atlikimo zonoje, turi būti nurodyta atskirame dokumente ir rangovo įtraukta į ataskaitą.

## **2. Sistemos aprašymas**

Kaip glaudžiai įkišamas vidinis aptaisas turi būti panaudojami tam skirti gamykloje sulankstyti C formos skerspjuvio polietileningai vamzdžiai. Vamzdžiai turi būti „įsiminę“ ir susigrąžinti apskrita forma.

Kad po montavimo aptaiso vamzdžiai glaudžiai priglustų, jie gali geometriškai nukrypti nuo įprastinių polietileningų vamzdžių.

Aptaisymui skirti vamzdžiai yra sulankstyti, kad juos būtų lengva įstatyti į esamą vamzdyną. Įstatyti vamzdžiai šildomi garu „atminčiai suaktyvinti“, kad būtų grąžinta jų pradinė apskrita forma.

Medžiagos charakteristikai ši procedūra negali turėti įtakos. Kitame montavimo etape vamzdžiai turi būti paveikti suslėgtuoju oru, kad glaudžiai priglustų prie esamo vamzdyno.

Su konkursui pateikiamais dokumentais turi būti pateiktas išsamus glaudaus vidinio aptaisymo sistemos aprašymas, kuriame būtina nurodyti bent šiuos duomenis:

- skersmenų diapazoną ir didžiausią įstatomo ilgavamzdžio ilgį priklausomai nuo skersmens;
- tipo bandymo rezultatus, įrodančius, kad vamzdis po sumontavimo atitiks savo paskirtį.

## **3. Medžiaga**

Aptaiso vamzdžiai turi būti pagaminti iš polietileno, atitinkančio nacionalinės atitikties patvirtinimo institucijos (pavyzdžiui, Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e. V., MFI group 005 (Plastikinių vamzdžių kokybės kontrolės asociacija, lydalo takumo rodiklių grupė 005)) kokybės taisyklės.

Leidžiama naudoti tik tokią vamzdžių medžiagą, kuri buvo išbandyta laboratorijoje ir atitinka tipo bandymo rezultatus (galutinio produkto geometrinės, mechaninės ir fizikinės savybės) bei tinka grąžinamajam 100 % perdirbimui. Vamzdžių spalva turi būti mėlyna vandentiekiiui ir geltona arba oranžinė dujotiekiiui.

## **4. Kokybės reikalavimai**

### **4.1 Aptaíso vamzdžių kokybė**

Paprastai aptaiso vamzdžių matmuo parenkamas darant prielaidą, kad jie funkcionuos autonomiškai, t. y. konstrukciškai nepriklausomai išlaikys apkrovą, sudaromą vidinio slėgio. Ypatingais atvejais aptaiso vamzdžių matmuo gali būti parinktas taip, kad jie funkcionuotų tik kaip aptaisas sąveikaudami su priimančiu (apgaubiamuoju) vamzdžiu. Tokiu atveju vamzdyno savininkas turi patvirtinti, kad priimančio vamzdžio atsparumas pakankamas eksploataciniams slėgiams išlaikyti. Skaičiuotinė eksploataavimo trukmė visais atvejais turi atitikti nacionalinius reglamentus; pavyzdžiui, LAWA (Vokietijos Federalinė ir žemių darbinės grupės vandens klausimais) rekomendacijose nustatyta norma 80 – 100 metų.

Tiekiamų aptaiso vamzdžių kokybė įrodoma kokybės kontrolės bandymo ataskaita, pridedama prie kiekvieno būgno. Ataskaitoje turi būti pareikšta, kad vamzdis atitinka atitinkamų standartų (EN 14409, EN 14408) ir atitinkamos sistemos specifikacijos reikalavimus. Be kitos informacijos, ataskaitoje turi būti pateikti atsparumo hidrauliniams slėgiui bandymų rezultatai. 1 priede yra pateikta reikalaujama vamzdžio bandymų ataskaitos forma ir turinys.

Iki DN500 skersmens aptaiso vamzdis užvyniojamas ant specialaus plieninio būgno ir taip atgabenamas į statybą.

Turi būti įmanoma pagal būgno numerį surasti gamybos užrašus (Iydymo Nr., data).

Vamzdžiai turi kompensuoti esamo vamzdinio skersmens nuokrypius iki 5 %.

### 4.2 Montavimo kokybė

Valymo būdas turi būti aprašytas darbo instrukcijoje. Išvalymo rezultatai turi būti patikrinti panaudojant televizijos įrangą ir užrašyti. Atliekant valymo darbus būtina laikytis visų galiojančių įstatymų nuostatų, siejamų su darbo sauga, aplinkos apsauga ir atliekų šalinimu.

Rangovo įmonė, atliekanti aptaisymo darbus, privalo turėti reikiamą kvalifikaciją, įgytą specialių techninių mokymų metu ir raštiškai patvirtintą aptaisymo sistemos savininko.

Montavimas turi būti atliekamas pagal aptaisymo sistemos savininko išleistą montavimo instrukciją.

Nutraukiant eksploatavimą vamzdynas atjungiamas ir tēkmė į kitą liniją nukreipiama, remiantis atitinkamais nacionaliniais norminiais dokumentais, kaip standartas EN 805. Sistemos savininkas turi nuspręsti, ar prireiks laikinojo tēkmės

nukreipimo į kitą liniją (apvedamosios linijos įrengimo). Šiuo atveju taip pat būtina vadovautis nacionaliniais reglamentais, kaip Vokietijos dujų ir vandens technikos ir mokslo asociacijos DVGW nurodymas W 394.

Atsižvelgiant į aptariamo vamzdžio matmenį, vamzdžio galas turi būti prijungtas tiesiog per standartinius polietileninius vamzdžius arba per pereinamąją atkarpą, arba per pereinamąjį junglį, o po to per standartinius polietileninius vamzdžius.

Aptaiso vamzdžių slėginis bandymas turi būti atliekamas pagal tinkamus nacionalinius standartus ir (arba) taisykles (pvz., EN 805).

### 4.3 Dokumentai

Minimaliai dokumentų komplektą turi sudaryti:

- Vamzdinio apžiūros naudojant televizijos įrangą vaizdo įrašas su atskira ataskaita apie pažaidas;
- Statybų vietos ataskaita, kurioje turi būti pateikti mažiausiai šie duomenys:
  - įmonė montuotoja, data, tiksli vieta, ilgis, DN, statybų vietos vadybininkas;
  - naudojamų vamzdžių ženklavimas.
- Statybų vietos dienos ataskaita, suvirinimo ataskaitos ir slėginių bandymų ataskaitos.

2 priede yra pateikta reikalaujama statybų vietos ataskaitos forma ir turinys.

Įtraukiant aptaiso vamzdžius būtina riboti gervės jėgos, kad nebūtų viršytos didžiausios traukimo jėgos, nurodytos aptaisymo sistemos savininko. Traukimo jėgos reikšmės turi būti užrašomos.

Saugumo sumetimais vamzdžiui nuo būgno išvynioti naudojamas specialus šiai sistemai skirtas įrenginys (automobilių priekaba būgnui), kad būtų užtikrintas kontroliuojamas vamzdžio įvedimas.

Formos grąžinimo parametrai turi būti automatiškai užrašomi duomenų saugojimo įrenginiu ir rankiniu būdu į montavimo ataskaitą.

Visi svarbūs proceso etapai patvirtinami dokumentais, kurie perduodami vamzdinio savininkui.

3 priede yra pateikta reikalaujama montavimo ataskaitos forma ir turinys.

#### 4.4 Siūloma aptaisymo sistema

(užpildo rangovas):

Sistemos pavadinimas:	
Vamzdžių gamintojas:	
Polietileno vamzdžio tipas:	
Matmenys (nuo – iki):	(vardinė vertė)
SDR (nuo – iki):	
Spalva:	
Vardinis slėgis (PN):	

Pastaba. Atsižvelgiant į atitinkamus nacionalinius norminius dokumentus, be kitų klausimų būtina įtraukti ir šiuos administracinius klausimus administraciniai klausimai:

- Galutinis montavimo pabaigos terminas
- Apmokėjimas
- Atsakomybė ir draudimas
- Garantijos ir žalos atlyginimas
- Priėmimo kontrolė

Darbų kiekio žiniaraščio pavyzdys pateiktas 4 priede.

**1 priedas. Reikalaujama vamzdžio bandymų ataskaitos forma ir turinys**

**Įmonė vamzdžių gamintoja:**

**Vamzdžio kontrolės liudijimas pagal EN 10204 – 3.1**

Adresas sąskaitai faktūrai	Pristatymo adresas

Jūsų užsakymo Nr.:		data:
Mūsų užsakymo Nr.:		data:
Važtaraščio Nr.:		
Mūsų kontaktinė informacija:		
Gaminys:		
Medžiaga:		
Standartai / Reglamentai:		

Kiekis	Mat. vnt.	Gaminio aprašymas	Būgno Nr.	Pagaminimo data

**Išvada.** Mes patvirtiname, kad pirmiau aprašytas produktas buvo išbandytas ir atitinka užsakymo sąlygas.

Data:

Kontrolierius:

Įmonė:



**Įmonė vamzdžių gamintoja:**

**Vamzdžio kontrolės liudijimas pagal EN 10204 – 3.1**

**Partijos išleidimo (kokybės kontrolės) bandymų rezultatai**

**Bendrieji duomenys**

Vardinis dydis	DN	SDR
Gamybiniai matmenys	OD =            mm	e =            mm
Žaliava	PE ...	tipas
Spalva		
Pagaminimo data		
Mašinos Nr.		

**Mišinio bandymai**

	1 ėminio rezultatas	2 ėminio rezultatas	Reikalavimas
Partijos Nr.			
Tankis			
Lydalo masinio takumo rodiklis			
Lakiųjų medžiagų kiekis			
Oksidacijos indukcijos trukmė			

**Vamzdžio bandymai**

	Rezultatas	Reikalavimas
Išorinis vaizdas		
Lydalo masinio takumo rodiklio nuokrypis		
Geba „įsiminti“		
Didžiausias pasiektas išsiplėtimas		
Sienelės storis esant vardiniam dydžiui		≥ DIN /SDR
Hidrostatinis stipris		80 °C σ ....laikas ≥ 165 h

**2 priedas. Reikalaujama statybvietės ataskaitos forma ir turinys**

<b>Ataskaitos Nr.:</b>	<b>data:</b>
<b>Montavimo įmonė:</b>	
<b>Projektas</b> gatvė: _____ vieta: _____ miestas: _____ <b>Atnaujintina atkarpa:</b> būklė: _____ nuo: _____ iki: _____ atkarpos ilgis: _____ m DN _____ Medžiaga: _____ <b>Išmatuotas vamzdžio skersmuo:</b> mažiausias _____ mm didžiausias _____ mm <b>Temperatūra:</b> aplinkos: _____ °C grunto: _____ °C oro sąlygos: sausai / lietus *	<b>Atsakingas operatorius</b> vardas: _____ <b>Mašinos Nr.:</b> gervės _____ <b>Vidinis aptaisas</b> vamzdžio medžiaga _____ ilgis ant būgno: _____ vardinis skersmuo: _____ mm sienelės storis: _____ mm
<b>Pasiruošimas montavimui</b> <b>Darbai, siejami su tėkmės nukreipimu</b> <b>į kitą liniją (data)</b> nuo: _____ iki: _____ <b>Valymas (data)</b> nuo: _____ iki: _____ <b>Apžiūra panaudojant televizijos įrangą (data)</b> data: _____ <b>Gervės lyno įvedimas (laikas, data)</b> nuo: _____ iki: _____ <b>Atšakų prijungimas (laikas, data)</b> nuo: _____ iki: _____ <b>Pastabos:</b> _____  <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%; text-align: center;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>             Ataskaitos sudarytojas </div> <div style="width: 45%; text-align: center;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>             Atsakingas operatorius </div> </div>	

**3 priedas. Reikalaujama montavimo ataskaitos forma ir turinys**

<b>Projektas:</b>	<b>Data:</b>
<b>Vieta:</b>	<b>Atsakingas operatorius:</b>

<b>Esamo vamzdyno aprašymas:</b>	<b>Aptaiso vamzdžio aprašymas:</b>
transportuojamoji terpė:	pagaminimo data:
medžiaga:	medžiagos tipas:
vidinis skersmuo:	SDR:
išorinis skersmuo:	vardinis skersmuo:
visas atnaujinamo ruožo ilgis:	važtaraščio Nr. ir būgno Nr.:

<b>Įstatymo duomenys:</b>	
įstatymas atliktas: _____ (data)	
nuo pradinio prieduobio Nr.: _____	iki galinio prieduobio Nr.: _____
didžiausia traukimo jėga: _____ t	aplinkos temperatūra _____ °C
traukimo galvutė _____ taip / ne *	ar „nuosava konstrukcija“ _____ taip / ne *

<b>Pradinės formos grąžinimo duomenys:</b>	
nustatytas vandens slėgis: _____ bar	
pradžią (pradedant matuoti nuo 2,5 bar slėgio): _____ val.	
pabaigą: _____ val.	
pastabos: _____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____ Ataskaitos sudarytojas	_____ Atsakingas operatorius

\* netinkamą išbraukti

**4 priedas. Darbų kiekių žiniaraščio pavyzdys**

Eil. Nr.	Aprašymas	Kiekis	Vnt. kaina	Kaina
<b>1.0</b>	<b>Paruošimas ir valymas</b>			
1.1	Statybvietės paruošimas bendroji suma Į šį punktą įtraukiami šie darbai: gabenimas į statybvietę ir iš jos, visos reikalingos įrangos ir mašinų paruošimas, aprūpinimas konteneriais, skirtais statybvietės atliekomis.			
1.2	Eismo nukreipimas bendroji suma Reikiamų aplinkkelių įrengimas tiesiog statybvietės teritorijoje, išlaikymas ir pašalinimas.			
<b>2.0</b>	<b>Parengiamieji darbai</b>			
2.1	Esamo vamzdyno valymas 1 metro kaina Valymo aukšto slėgio srove įrenginio gabenimas ir panaudojimas vamzdyno atkarpos (atkarpų) valymui. Mechaninis valymas vamzdžių šepetiais ar grandikliais iki būtino atnaujinimui švaros lygio. Prereikrus, išplautų atliekų pašalinimas. Specialias atliekas turi pašalinti rangovas.			
2.2	Esamo vamzdyno TV-diaagnostika 1 metro kaina Apžiūra panaudojant uždarnosios televizijos kamerą, būklės aprašymas, vaizdo įrašo parengimas vamzdyno savininkui.			
2.3	Kalibravimas Kalibro traukimas atnaujintinu vamzdynu siekiant patikrinti, ar jo vidinis skersmuo pakankamas aptaiso vamzdžiui grįžti į savo pradinę formą. Išorinis kalibro skersmuo turi atitikti nurodytą įrengimo vadove, išleistame vidinio aptaiso vamzdžių sistemos savininko. Senojo vamzdžio vidinis skersmuo: _____mm Mechaninio kalibro išorinis skersmuo: _____mm			
		<b>Perkeliamą suma:</b>		



**Compact Pipe – slėginių vamzdynų projektai**  
**1 priedas. Informacinio pobūdžio konkurso dokumento forma**

Eil. Nr.	Aprašymas	Kiekis	Vnt. kaina	Kaina
		<b>Perkelta suma:</b>		
2.4	Kliūčių pašalinimas val. Klūtys (junglių dalys, varžtai, nuosėdos ir t. t.), išsikišančios į esamą vamzdyną, turi būti pašalintos nuotoliniu būdu valdomu frezavimo įrenginiu, velkama šakniapjove ar grandine. Vamzdyne visus aštrius kraštus reikia atbukinti.			
2.5	Konstrukcijos projektavimo išlaidų paskaičiavimas bendroji suma			
2.6	Kasimo darbai: Pradinio ir galinio prieduobių iškasimas vnt.  gylis: _____ plotis: _____ ilgis: _____  Pagal atitinkamus norminius dokumentus atliekami darbai, įskaitant paviršinio grunto kasimą ir atstatymą. Plotas:			
2.7	Kasimo darbai:  Tarpinių, atšakinių vamzdžių prijungimo prieduobių iškasimas vnt.  gylis: _____ plotis: _____ ilgis: _____  Pagal atitinkamus norminius dokumentus atliekami darbai, įskaitant paviršinio grunto kasimą ir atstatymą. Plotas:			
2.8	Esamų DN_____ vamzdynų atjungimas vnt.			
2.9	Esamų DN_____ vamzdynų pašalinimas 1 metro kaina			
		<b>Perkeliama suma:</b>		

Eil. Nr.	Aprašymas	Kiekis	Vnt. kaina	Kaina
		<b>Perkelta suma:</b>		
<b>3.0</b>	<p><b>Vidinis aptaisymas įkišant vamzdžius</b></p> <p>Polietileniniai vamzdžiai, kuriems gamykloje suteikta C forma skerspjūvyje.</p> <p>Polietileniniai C formos skerspjūvyje vamzdžiai turi būti tiekiami ištisiniais ilgavamzdžiais, suvyniotais ant plieninių būgnų, įdedami į esamą vamzdyną, grąžinami į savo pradinę formą panaudojant garą ir suslėgtąjį orą, pagal įrengimo vadovą, išleistą vidinio aptaiso vamzdžių sistemos savininko, kad susiformuotų visiškai konstrukciškai nepriklausomas glaudžiai įkištas naujas vamzdis esamo vamzdyno viduje.</p>			
3.1 a	DN 100 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 b	DN 125 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 c	DN 150 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 d	DN 175 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 e	DN 200 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 f	DN 225 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 g	DN 250 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 h	DN 275 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 i	DN 300 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 j	DN 350 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 k	DN 400 e ____ PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 l	DN 450 17,4 PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
3.1 m	DN 500 19,3 PE ____ PN ____ SDR ____ 1 metro kaina			
		<b>Perkeliama suma:</b>		

**Compact Pipe – slėginių vamzdynų projektai**  
**1 priedas. Informacinio pobūdžio konkurso dokumento forma**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Aprašymas</b>	<b>Kiekis</b>	<b>Vnt. kaina</b>	<b>Kaina</b>
		<b>Perkelta suma:</b>		
<b>4.0</b>	<b>Baigiamieji darbai</b>			
4.1	Prijungimas prie esamo vamzdyno Esamo vamzdyno DN_____ jungimas jungliu su atnaujintu vamzdynu, įskaitant visų medžiagų ir dalių pristatymą (pagal įrengimo vadovą, išleistą vidinio aptaiso vamzdžių sistemos savininko).			
4.2	Aptaisyčių atkarpų sujungimas Atnaujintų atkarpų jungimas naudojant junglius, įskaitant visų medžiagų ir dalių pristatymą (pagal įrengimo vadovą, išleistą vidinio aptaiso vamzdžių sistemos savininko).			
4.3	Slėginis bandymas Aptaisyto vamzdyno slėginis bandymas			
4.4	TV apžiūra / Aptaisyto vamzdyno priėmimas			
		<b>Iš viso:</b>		
		<b>+ % PVM:</b>		
		<b>Visa kaina:</b>		

Pastaba. Labai svarbu parengti darbų kiekių žiniaraštį (tai nėra taip aktualu, kol preliminarai nustatomas vamzdyno maršrutas ir atliekama jo apžiūra), kad rangovas galėtų nuspręsti, ar Compact Pipe vamzdžius galima sumontuoti esant tokiems trukdymams, kaip dvigubi posūkiai arba nevienodas vamzdžio skersmuo.

Nesant tinkamos informacijos, būtina aiškiai nurodyti, kas tokiu atveju prisiima riziką, t. y. kas apmoka papildomas išlaidas.

## Compact Pipe



### Jūsų poreikiams tenkinti

Compact Pipe – tai plastikinių vamzdžių sistemų, skirtų tinkamiausiems visų pastatų ir inžinerinių tinklų statybos projektų sprendimams, visapusiško asortimento dalis. Asortimentą sudaro:

#### Antžeminiams projektams

- ☒ Wavin sistemos nuotekoms išleisti
- ☒ Wavin lietvamzdžių sistemos
- ☒ Wavin vamzdžių sistemos elektros kabelių tinklams įrengti

#### Pastatų vandentiekio ir šildymo projektams

- ☒ Wavin karšto ir šalto vandens sistemos
- ☒ Wavin grindinio šildymo sistemos

#### Požeminiams projektams

- ☒ Wavin nuotakynų sistemos
- ☒ Wavin apžiūros kameros ir šuliniai
- ☒ Wavin kelių lietaus surinkimo trapai
- ☒ Wavin lietaus vandens infiltravimo sistemos
- ☒ Wavin kabelių kanalų sistemos

Visa informacija šiame leidinyje yra pateikiama sąžiningai. Vis dėlto užsakovas turi patikrinti pats, ar produktą tinka panaudoti numatomomis sąlygomis. Prašome patikrinti, ar bus tenkinami visi sveikatos ir saugumo reikalavimai. Tęsdamas nuolatinio produktų tobulinimo programą, UAB „Wavin Baltic“ pasilieka teisę keisti arba papildyti pateiktąją informaciją be išankstinio įspėjimo. Atsakomybė už galimas klaidas, praleistas vietas ar netinkamas prielaidas nebus prisiimama.